BEDEUTENDE BAUWERKE
UND IHRE MEISTER
*CONSTRUCCIONES EMBLEMÁTICAS*
*Y SUS AUTORES*

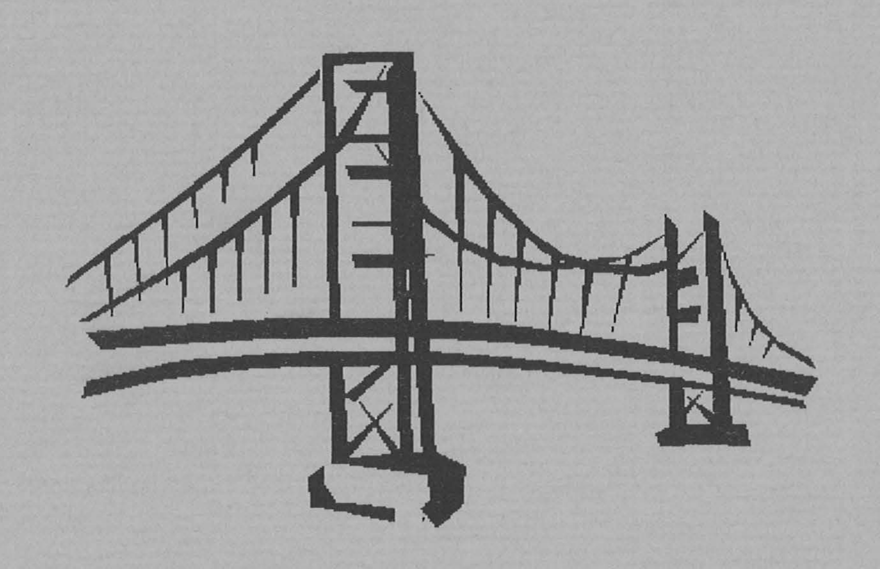
# ARCHITEKTEN, INGENIEURE UND IHRE BRÜCKEN

# *ARQUITECTOS, INGENIEROS Y SUS PUENTES*

# (I)

*Koordination*

EVE BAUDER



**CUADERNOS**
**DEL INSTITUTO**
**JUAN DE HERRERA**
DE LA *ESCUELA DE*
*ARQUITECTURA*
*DE MADRID*

**4-56-01**

BEDEUTENDE BAUWERKE
UND IHRE MEISTER
*CONSTRUCCIONES EMBLEMÁTICAS*
*Y SUS AUTORES*

# ARCHITEKTEN, INGENIEURE UND IHRE BRÜCKEN
# *ARQUITECTOS, INGENIEROS Y SUS PUENTES*
# (I)

*Koordination*
EVE BAUDER

CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA
DE LA *ESCUELA DE*
*ARQUITECTURA*
*DE MADRID*

4-56-01

C U A D E R N O S
D E L I N S T I T U T O
J U A N D E H E R R E R A

0 VARIOS
1 ESTRUCTURAS
2 CONSTRUCCIÓN
3 FÍSICA Y MATEMÁTICAS
4 TEORÍA
5 GEOMETRÍA Y DIBUJO
6 PROYECTOS
7 URBANISMO
8 RESTAURACIÓN

NUEVA NUMERACIÓN

4 Área
56 Autor
01 Ordinal de cuaderno (del autor)

*ARCHITEKTEN, INGENIEURE UND IHRE BRÜCKEN (Arquitectos, ingenieros y sus puentes) (I)*

Instituto Juan de Herrera.
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
Gestión y portada: Pablo Vegas González.
CUADERNO 150.01 / 4-56-01
ISBN: 84-9728-077-6
Depósito Legal: M-34787-2003

**Vorwort der Koordinatorin**

Der Wunsch einer Gruppe von Architekturstudenten, die 2001 den höchsten aller an der Universität für Architektur angebotenen Deutschkurse mit Erfolg absolviert hatten und die ihre allgemeinen und fachspezifischen Deutschkenntnisse weiter vertiefen und ausbauen wollten, führte zur Entstehung der Reihe "Bedeutende Bauwerke und ihre Meister".

Die diesjährige –dritte– Gruppe von Studenten hat sich mit dem Thema "Architekten, Ingenieure und ihre Brücken" auseinandergesetzt: Jeder Einzelne beschäftigte sich intensiv mit Leben und Werk –unter besonderer Berücksichtigung der Brücken– eines Architekten oder Ingenieurs seiner Wahl.

Das Ziel dieser ausführlichen Forschungsarbeit, die die Lektüre und das konzentrierte Studium vieler deutscher Bücher, Fachzeitschriften, Artikel und Referate -aus den Schätzen der Universitätsbibliothek, dem Internet und anderen Quellen stammend– voraussetzte, war die Erarbeitung einer Abhandlung auf Deutsch, die sowohl eine detaillierte Biographie des gewählten Meisters und seiner Brücke(n) als auch eine inhaltsbezogene Liste des relevanten allgemeinsprachlichen und technischen Vokabulars in zweisprachiger Ausführung (deutsch und spanisch) enthalten sollte.

Das Ergebnis der unzähligen Stunden unermüdlichen Fleißes und außergewöhnlicher Schaffenskraft dieser Gruppe liegt nun hier in Form von vier Heften aus dieser Reihe vor, deren Veröffentlichung uns Mitwirkende nicht nur mit Stolz und Freude erfüllt, sondern besonders das Bedürfnis und die Notwendigkeit zum Ausdruck bringen soll, "eine Brücke zu schlagen" zwischen Sprache und Technik, die die Wissensgebiete der einen mit denen der anderen verbindet, deren Austausch anregt und so das Tragwerk grenzüberschreitenden, multidisziplinären Schaffens symbolisiert.

Mögen diese vier Hefte als praktisches Hilfsmittel diesem Ziel dienen!

**Eve Bauder**
*Dozentin für Deutsch*
*Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid*

Das Thema "Brücken" ist nicht nur von Architekten und Ingenieuren behandelt worden, sondern auch von Leuten aus anderen Wissensgebieten, die viel über Brücken gesprochen und geschrieben haben, wobei sowohl technische und bauliche Eigenschaften, als auch philosophische oder poetische Gesichtspunkte analysiert wurden: Form, Schönheit und das Verhältnis zu Kunst und Geschichte sind immer von außergewöhnlicher Relevanz gewesen.

*"Architektur ist Voodoozauber. Die Architekten setzen nichts in Gang. Zeichnen können sie, doch sie wissen nicht, wie ein Flugzeug entworfen wird. An neuen Entwicklungen sind sie so gut wie nicht beteiligt."*

(Richard Buckminster Fuller, Wissenschaftler)

*"Die Vergangenheit ist das einzige Arsenal, wo wir das Rüstzeug finden, unsere Zukunft zu gestalten."*

(Ortega y Gasset, Schriftsteller)

*"Die Brücke schwingt sich leicht und kräftig über den Strom. Sie verbindet nicht nur schon vorhandene Ufer."*

(Martin Heidegger, Philosoph)

*"Der Linienzug der Kraft und der Schönheit ist der gleiche."*

(Oscar Wilde, Schriftsteller)

*"Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile."*

(Pythagoras, Mathematiker)

*"Brücken sind oft schon wegen ihrer Größe weithin sichtbare Bauwerke, die das Bild einer Landschaft oder einer Stadt stark prägen können. Solche Brücken sind monumentale Zeichen der Baukultur einer Epoche.*
*Brücken bilden eine eigene Garttung der Bauwerke. Sie stehen als solitäre Bauwerke in ihrer Umgebung. Sie sind anders als andere Bauwerke. Sie haben die vergleichsweise einfachen Funktionen, einen Verkehrsweg spannweitenüberbrückend über ein Hindernis hinwegzuführen. Spezielle Kriterien bestimmen ihre Gestaltung. Insofern gerechtfertigt, über Brücken als ein eigenes Thema der Baukunst zu sprechen."*

(Richard J. Dietrich, Architekt und Ingenieur)

*"Man akzeptiert, was man versteht, und empfindet als angenehm, was leicht wirkt. Man erwartet, dass ein Bauwerk auf sich ändernde Randbedingungen angemessen reagiert."*

(Jörg Schlaich, Architekt und Ingenieur)

# BEDEUTENDE BAUWERKE UND IHRE MEISTER
# *CONSTRUCCIONES EMBLEMÁTICAS Y SUS AUTORES*

INHALTSVERZEICHNIS:
*ÍNDICE:*

- **Die Spannbandbrücke bei Essing (Richard J. Dietrich)**
  Biographie.
  Die Spannbandbrücke über den Main-Donau-Kanal bei Essing (1978-1986).
  Die Tensegritybrücke über den Main-Donau-Kanal bei Berching (1987).
  Die Auslegerbrücke über den Amperkanal in Fürstenfeldbruck (1988-90).
  Die Baumstützenbrücke über die Autobahn und Zuggleise in Zirndorf (1993-95).
  Die Spiralhängebrücke an der Einfahrt nach Weiden (995-98).
  Bibliographie.
  Verfasser: Luis Alberto Burred Sendino.

- **Technisches Vokabular/*Vocabulario técnico***
  Deutsch-Spanisch/*Alemán-Español*

## Architekten, Ingenieure und ihre Brücken (III)
## *Arquitectos, ingenieros y sus puentes (III)*

- **Santiago Calatravas Brücken**
  Einführung.
  Beispiele in chronologischer Abfolge.
  Projekte.
  Brücken: Die Alamillo-Brücke und das Cartuja-Viadukt, Sevilla, Spanien.
  Die Alameda-Brücke, Valencia, Spanien.
  Die Ondarroa Brücke, Ondarroa, Spanien.
  Die Bach De Roda-Felipe II Brücke, Barcelona, Spanien.
  Die Trinity Brücke, Salford, England
  Die Campo Volantin-Fußgängerbrücke, Bilbao, Spanien.
  Bibliographie.
  Verfasser: Javier Eguía León.

- **Die Besucherbrücke im Deutschen Museum (Jörg Schlaich)**
  Biographie.
  Aspekte von den Werken Jörg Schlaichs.
  Fußgängerbrücke.
  Die Besucherbrücke im Deutschen Museum.
  Das Tragprinzip (das Modell im Deutschen Museum).
  Interview mit Stephan Justiz.
  Bibliographie.
  Danksagung.
  Verfasser: Gregorio Ortiz Quintana.

- **Technisches Vokabular/*Vocabulario técnico***
  Deutsch-Spanisch/*Alemán-Español*

## Architekten, Ingenieure und ihre Brücken (IV)
## *Arquitectos, ingenieros y sus puentes (IV)*

- **Allgemeinsprachliches Vokabular/*Vocabulario general***
  Deutsch-Spanisch/Alemán-Español
  Spanisch-Deutsch/Español-Alemán

- **Technisches Vokabular/*Vocabulario técnico***
  Deutsch-Spanisch/*Alemán-Español*
  Spanisch-Deutsch/*Español-Alemán*



# MILLENNIUM BRÜCKE

Sir Norman Foster

**Verfasserin: Vanessa Fernández Vázquez**

## EINLEITUNG

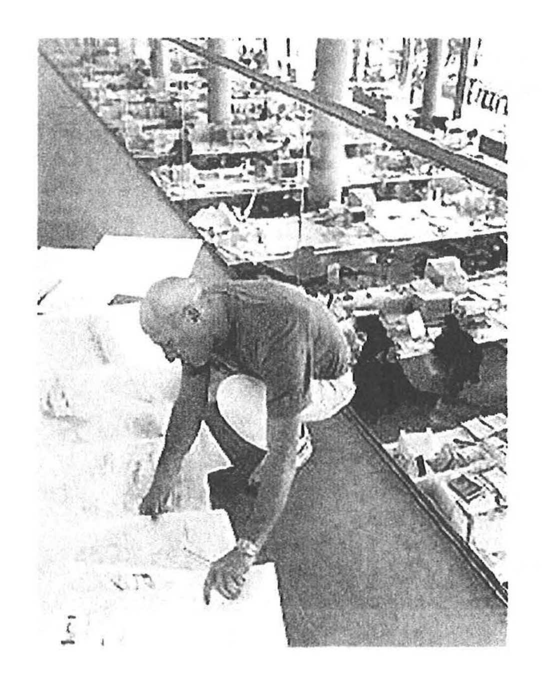
Wer kennt Norman Foster nicht? In der Architekturwelt ist sein Name schon Legende. Dieser bedeutende britische Planer und Künstler ist einer der bekanntesten und produktivsten zeitgenössischen Architekten der Welt.



Norman Foster

Eisgrau und elegant kann Sir Norman Fosters Erscheinung als prototypische Inkarnation des "Gentleman" gelten, eine souveräne Mischung aus Distanz und Aufmerksamkeit, Disziplin und Umgänglichkeit. Ganz im Gegenteil: Foster gefällt es Flugzeuge zu lenken, bei Skimarathonen wettzueifern, zu joggen und Rad zu fahren.

Foster richtet sich bei seinem Schaffen stets am Menschen aus, den er zum Maß aller seiner Entwürfe macht. Ihm geht es bei allen Objekten um die lebenswerte Gestaltung von sozialen und menschlichen Lebensräumen.Er baut präzise und die von ihm angewandten Techniken sind hochmodern, doch weigert er sich als reiner Technokrat charakterisiert zu werden.



Er ist zwar ein Befürworter neuer Technologien, aber wichtig sind ihm auch Kunst und Ästhetik in der Realisierung seiner Gebäude.

Er und seine Partner haben ihren Hauptsitz, den Foster selbst entworfen hat, in London aber sie haben auch viele andere, eigene Architekturbüros auf der ganzen Welt, zum Beispiel in Berlin, Frankfurt, Paris, Nimes, Hong Kong, Singapur und Tokio.

Norman Foster beschäftigt in seinen Büros weltweit rund 600 Mitarbeiter.

## WISSENSWERTES ÜBER SEIN LEBEN

Norman Foster wurde am 1. Juni 1935 in Manchester in eine Arbeiterfamilie geboren.

Sein Vater arbeitete als Geschäftsführer, Sicherheitsbeauftragter und Handwerker in einer Fabrik.

Foster studierte an einer Privatschule. Später arbeitete er zwei Jahre lang in der städtischen Schatzkammer und studierte kommerzielles Recht bis er in der Royal Air Force diente.

1956, nach seiner Wehrplicht, begann er sein Architekturstudium in seiner Heimatstadt an der Schule für Architektur und Städtebau der Manchester Universität.

Während dieser Zeit musste er als Behördenbote, Lastwagenfahrer, Eisverkäufer und Türsteher von Diskotheken arbeiten, um sich sein Studium selbst zu finanzieren.

1961 erhielt er ein Henry-Stipendium, um an der renommierten nordamerikanischen Yale Universität in New Haven (Connecticut) weiterzustudieren und erwarb dort sein Architekturdiplom.
In Yale lernte Foster als Ko-Stipendiaten Richard Rogers kennen, heute ebenfalls ein bekannter Architekt, mit dem er später zusammenarbeiten wird.

Wieder zurück in England gründete er 1963 mit Wendy Cheesman (seiner ersten Frau, die er 1964 heiratete) und dem Ehepaar Su und Richard Rogers das Architekturbüro "Team 4".

Vier Jahre später, 1968, trennte er sich von Richard Rogers, um sein eigenes Architekturbüro "Foster and Associates" mit Wendy zu eröffnen, das heute als "Foster and Partners" bekannt ist.

Danach schloss sich Michael Hopkins ihnen als weiterer Partner an.

Von 1968 bis 1983 arbeitete Norman Foster an verschiedenen Projekten für den hervorragenden und bahnbrechenden amerikanischen Erfinder und Philosoph Richard Buckminster Fuller, aber einer der ersten wichtigsten Kunden nach der Gründung von "Foster and Associates" war die Schifffahrtsgesellschaft Fred Olsen Limited, von Millwall.

Die 80er Jahre waren sehr produktiv und bedeutend für Foster. Es war auch ein Übergang zu ehrgeizigeren und größeren Projekten und Entwürfen.

Während dieser Zeit verwirklichte Norman Foster auch verschiedene internationale Projekte in Europa, Asien und Amerika.

Foster Associates zählte 1986 etwa 160 Mitarbeiter.

1989 starb seine Frau Wendy mit der Foster zwei eigene Kinder und zwei Adoptivkinder hat. Er wurde als "Goldener Witwer von England" bezeichnet.

1991 heiratete Foster seine zweite Frau Sabiha Rumani Malik, die die Gründerin von "The International Guild of Ecology and Design" war.

Sie war sehr bekannt, weil sie jedesmal eine selbstentworfene Fahne über ihrem Penthouse in Battersea (das Foster selbst entworfen hat) hisste, wenn der Hausherr und sie zugegen waren.

Malik war es auch, die Sir Norman davon überzeugte, am Reichstagswettbewerb teilzunehmen.

Aber auch diese zweite Frau war nicht die letzte, 1996 heiratete Foster die spanische Sexualforscherin Elena Ochoa mit der er ein weiteres Kind, Paola, hat. Sie leben abwechselnd in jenem Penthouse in Battersea und auch in einer Mietswohnung in der Schweiz.

## SEINE INTERNATIONALE BEDEUTUNG

Norman Foster ist ein Architekt und Stadtplaner von internationalem Rang.

Mit seinen zahlreichen Planungen konnte Norman Foster bereits über 50 nationale und internationale Wettbewerbe gewinnen. Darüber hinaus ist er ein vielgeehrter Planer, der über 220 Auszeichnungen erhalten hat.

1983 wurde Foster mit der *Royal Gold Medal of Architecture* des Royal Institute of British Architects (RIBA) ausgezeichnet. Im gleichen Jahr wurde ihm die Goldmedaille des American Institute of Architects (AIA) überreicht.

In Großbritannien wurde er 1990 von Königin Elisabeth II., anlässlich ihres Geburstags, zum Ritter gemacht, weswegen wir ihn als "Sir Norman Foster" kennen.

1991 erhält Foster den "Mies van der Rohe" Preis für sein Projekt des Stansted Flughafen in London, ernannte ihn das französische Kultusministerium zum *Officier de l'Ordre des Arts et Lettres* und er wird zum "Doktor Honoris Causa" von der Royal Art School von London ernannt.

1994 bekam er die *Gold Medal For Architecture* des American Institute of Architects, eine der renommiertesten Auszeichnungen seines Berufstandes.

Foster wurde 1997 in Großbritannien der *Order of Merit* verliehen.

1999 ehrte man ihn mit dem 21. Pritzker Architektur Preis der als "Nobelpreis der Architektur" bekannt ist. Im gleichen Jahr wurde er zum Peer auf Lebenszeit ernannt mit dem Titel "*Lord Foster of Thames Bank*".

Vom 25. Oktober bis 30. Dezember 2001 widmete das Kölner Museum dem etablierten Planer eine Ausstellung, auf der sein Gesamtwerk präsentiert wurde. Die Veranstaltung war als Workschau geplant und war die erste dieser Art in Deutschland für Norman Foster.

Im Juli 2002 bekam er auf dem 21. *World Congress of Architects* in Berlin den *Auguste Perret* Preis von der *International Union of Architects* übereicht.

**Einige Preise von seinen Bauwerken.**

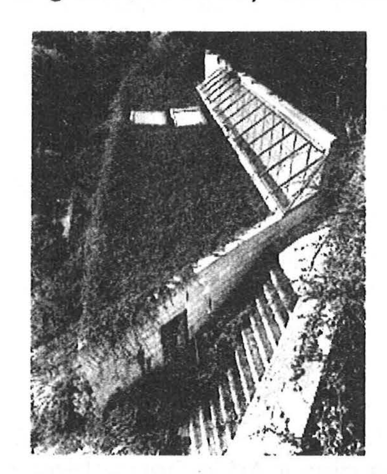
| | | |
|---|---|---|
| 1967 | Preis für Industrielle Architektur verliehen von der "*Financial Times*" | Reliance Controls Limited Fabrik (Swindon, Wiltshire) |
| 1969 | " Architektonischer Entwurf"- Preis | Fred Olsen Zentrum (Millwall Docks) |
| 1970 | Industrieller Architektur Accesit von der "Financial Times" | Fred Olsen Zentrum (Millwall Docks) |
| 1977 | "*Royal Institute of British Architects*" Preis | Willis Faber&Dumas Bürogebäude (Ipswick) |
| 1978 | "*Royal Institute of British Architects*" Preis | Gesichtskunst Sainsbury Zentrum |
| 1980 | " Museum des Jahres" Preis<br>" *Ambrose Congreve*" Preis<br>" 6. Internationaler Architekturpreis von Brüssel" | Sainsbury Centre for Visual Arts |

## EINIGE SEINER WICHTIGSTEN BAUWERKE

Foster ist einer der wichtigsten und einflussreichsten Architekten seiner Zeit. Sein Wirkungsbereich erstreckt sich vom Entwurf und der Realisierung bedeutender Bürogebäude für bekannte Firmen (wie IBM, Renault, Audi und Mercedes Benz) oder wichtiger Banken über Wohnungen und Museen bis hin zu Transport- und Fernmeldewesengebäude, wie zum Beispiel Flughäfen, U-bahnhöfe, und so weiter.

### Häuser

Einer der ersten Werke von Foster ist das **Creek Vean Haus** (Feock, Cornwall England, 1964-66) das er zusammen mit Richard Rogers entwarf.

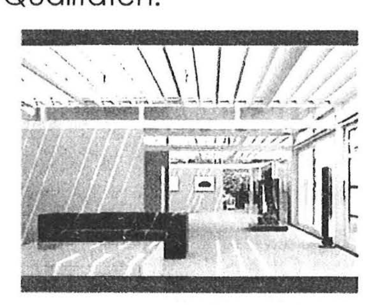


Das Haus mischt traditionelle Materialien: honigfarbene Betonblöcke und blaue Waliser Schieferdächer mit industriellen Elementen. Die Struktur ist von innen und außen sichtbar.

Dieses kleine Gebäude wurde zum Vorgänger für glasig-glänzende Strukturen, die in späteren Projekten erforscht wurden.

**Häuser in Japan** (Tokio, Japan, 1987-92)

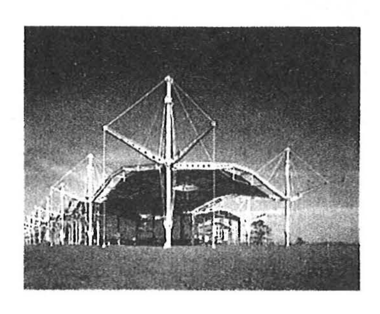
Japanische Häuserarchitektur hat viel gemeinsam mit der Bewegung der Moderne. Die einfachen und reinen Formen sind einige seiner herausragenden Qualitäten.



Als Foster diese Häuser in Japan entwarf, vereinigte er die westlichen und östlichen Traditionen: die japanische Liebe zur Harmonie und den Respekt für die Natur mit der westlichen Versessenheit auf dematerialisierte Architektur aus Stahl und Glas.

### Fabrikgebäude

Für die englische Vertriebszentrale der Autofirma Renault entwarf Foster das **Renault Distribution Centre** (Swindon, Wiltshire England , 1980-82).

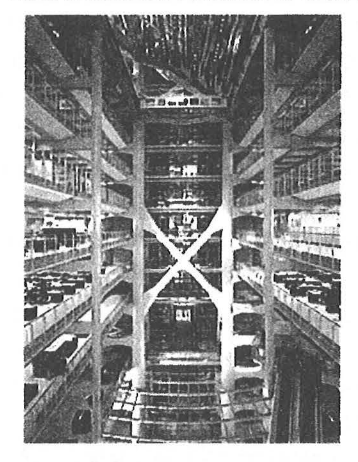


Der langgestreckte Hallenbau besteht aus 42 baugleichen Einheiten von 24 Metern Seitenlänge, deren Dächer von 16 Meter hohen Renault-gelben Stahlstützen abgehängt sind. Alle Funktionsbereiche sind unter einem Dach vereint. Ursprünglich sah der Entwurf serienmäßige Schirmelemente mit eingespannten Zentralstützen vor; die Fassade bildete den glatten Raumabschluss.

Ein anderes Projekt des "Team 4" ist das **Elektronikwerk Reliance** (Wiltshire, England 1964-66). Bereits hier versuchte Foster durch den Einsatz von modularen Bauteilen und beweglichen Stellwänden künftige Nutzungsänderungen in der Planung zu berücksichtigen.

**Bürogebäude und Banken**

Eines der wichtigsten Bauwerke Fosters ist zweifellos das **Hong Kong and Shangai Bank Gebäude** (Hong Kong, China, 1979-86). Es ist ein Monument des technischen Bauens des 20. Jahrhunderts.

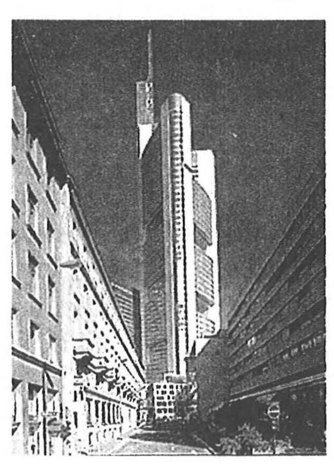


Da das Gebäude in kürzester Zeit errichtet werden musste, waren viele Fertigbauteile erforderlich. Die Forderung abwärts und aufwärts gleichzeitig zu bauen, führte zu der Lösung in Form einer Hängestruktur.

Die neue Hochhaus-Konzeption verzichtete auf das klassische Modell mit zentralem Kern und umschließender "Fassadehaut". Acht 'Masten' aus jeweils vier Röhren tragen das Gebäude. Die zentrale schlanke Halle wird über einen computergesteuerten Spiegel und Reflektoren mit Tageslicht versorgt. Klimaschranke zum offenen Erdgeschoss ist ein hängendes Glasdach.

Von Anfang an war Flexibilität für die Bank vorrangig. Diese offene Struktur erlaubt eine große Beweglichkeit: die Dienstleistungsbereiche bilden einen festen Kern, so dass die "Arbeitsbereiche" (Büros) räumlich frei gestaltet werden können. Mit den Jahren hat die Bank die Büros mühelos an jeweils verschiedene Orte "bewegen" können, d.h., der Zweck zu dem das Gebäude entworfen wurde, konnte gut erfüllt werden.

Die **Kommerzbank** (Frankfurt, Deutschland, 1991-97) ist der erste ökologische Bürotürm der Welt und bis jetzt eines der höchsten Gebäude Europas. Das Projekt erforscht die Natur der klimatischen Bedingungen der Büros und entwickelt neue Ideen für ihre Ökologie- und Funktionsmuster.



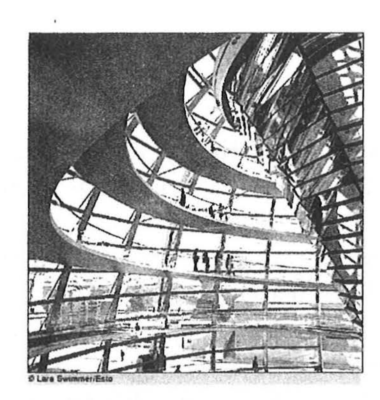
Das Hauptkonzept ist das Vertrauen auf natürliche Systeme der Beleuchtung und der Lüftung. Jedes Büro hat Tageslicht und die Fenster lassen sich öffnen, so dass die Benützer, ihr eigenes Klima die meiste Zeit des Jahres selbst steuern können. Diese Strategie erlaubt ein Energieverbrauchsniveau, das rund die Hälfte anderer herkömmlicher Bürotürme beträgt.

Vierstöckige Gärten werden auf unterschiedlichen Geschossen abwechselnd auf jeder der drei Seiten des Turms aufgestellt und bilden so eine Gartenspirale rund um das Gebäude, so dass nur jeweils zwei Seiten des Turms pro Etage mit Büros besetzt sind.

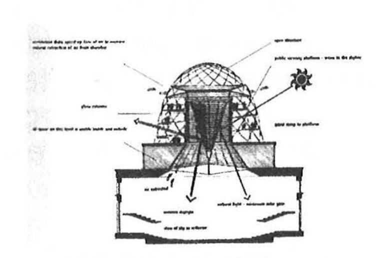
Diese Gärten spielen eine ökologische Rolle und holen Tageslicht und Frischluft ins zentrale Atrium, das als ein natürlicher Belüftungsschacht dem Gebäude dient. Gleichzeitig können diese Plätze auch dazu benützt werden, um sich zu entspannen und die Menschlichkeit am Arbeitsplatz wieder zu finden.

## Regierungsgebäude

Der **Reichstag**(Berlin,Deutschland) wurde durch den 2. Weltkrieg stark zerstört.



Foster konnte sich nicht vorstellen, dass die Deutschen einem Briten den Umbau ihres Parlamentssitzes anvertrauen würden. Während der Arbeiten an dem Projekt (1993-99)musste der Architekt dann noch einmal überzeugt werden, diesmal von der Baukommission des Bundestages, er möge doch bitte auf seinen High-Tech-Zylinder verzichten und dem Reichstag eine "richtige" Kuppel aufsetzen. Ausgerechnet diese Kuppel, gegen die sich Foster bis zuletzt vehement zur Wehr gesetzt hatte, ist nicht nur zum stärksten Element seines Umbaus, sondern zugleich ein strahlendes Symbol für die Berliner Republik geworden.

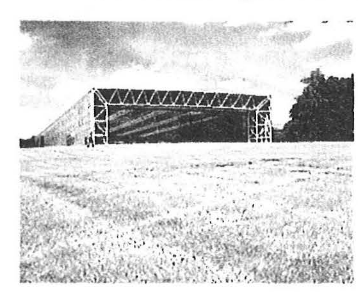


Die Energiestrategie des Gebäudes ist radikal. Sie benutzt auswechselbaren Bio-Kraftstoff- Pflanzenöl-der, in einem Ko-Generator gebrannt, um Elektrizität zu produzieren, reiner als Fossilbrennstoffe ist.

Das Resultat ist eine 94-prozentige Verringerung der Kohlendioxydemissionen. Der bescheidene Energiebedarf des Reichstags erlaubt diese Elektrizität gleichzeitg als Kraftwerk für das neue Regierungsviertel zu benützen.

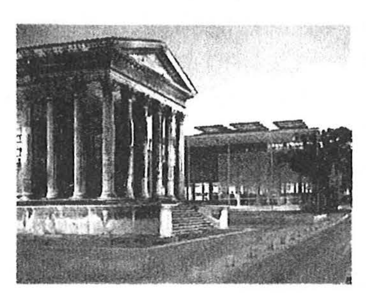
## Kulturelle Gebäude

Beim Hallenbau des **Sainsbury Centre for Visual Arts** (Norwich, Norfolk England, 1974-78) wurde die Tragwerkskonstruktion zusammen mit dem Versorgungssystem in der doppelschaligen Außenhülle untergebracht.



Es ist viel mehr als eine traditionelle Galerie, in der das Hauptgewicht exklusiv auf Kunst fällt. Hier werden verschiedene Tätigkeiten, die innerhalb eines einzelnen Raumes integriert sind, verbunden.

Das Maison Carrée ist der enzige Tempel, der ein Teil eines Komplexes des Nimes aus früherer Zeit war und vollständig erhalten ist.



Die Herausforderung sollte ein neues Gebäude sein, das sich gleichzeitig auf das alte bezog, ohne seinen zeitgenössischen Charakter zu verlieren. Das **Carré d'Art** (Nimes, France, 1984-93), verweist zwar auf den Tempel, weist ihn aber nicht zurück.

Die volkstümliche Architektur der Region (Höfe, Terrassen und grüne Oasen) war ein wichtiger Faktor. Das Carré d'Art drückt dieses Umfeld in einer modernen Weise aus.

## Gebäude für den Transport

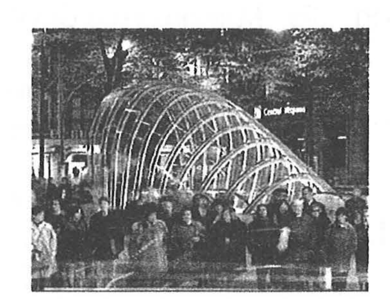


Der **Flughafen Stansted** (Essex, England,1981-91) ist ein weiteres Beispiel für den typischen Stil Fosters. Der glanzlos silberne Stahl bildet gleichzeitig futuristische und ästhetische Formen. Außerdem sorgen viel Glas für den richtigen Durchblick.

Der Flughafen erreicht in seinem Innern, Lichtdurchflutet und mit gläsernen Fassaden, eine wohlgefällige Fülle an Schaustücken der modernen Dienstleistungskultur.

Der Flughafen ist ein Tempel der modernen Technik, in dem das Dogma des Komforts in ungewöhnlichem Maße gefeiert wird.

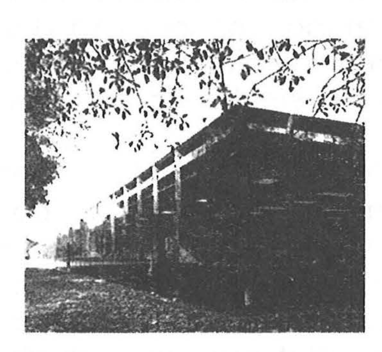
Norman Foster ist der Architekt aller Bahnhöfe der **U-Bahn von Bilbao** (Bilbao, Spainien, 1988-95). Die 28 Kilometer lange Linie 1 wurde im November 1995 eröffnet.



Raum und Helligkeit sind die zwei ersten Eindrücke beim Betreten einer Station der U-Bahn Bilbaos. Im Gegenteil zur Platzangst anderer U-Bahnhöfe, ragt die U-Bahn Bilbaos wegen ihrer Weite und ihrer gewagten architektonischen Gestaltung heraus.

Die originellen gläsernen Zugänge, die im Volksmund zu Ehren ihres Gestalters Norman Foster 'Fosteritos' genannt werden, haben sich der städtischen Landschaft Bilbaos bestens angepasst und geben ihr ein noch moderneres Aussehen.

## Bürogebäude



**IBM Pilot Head Office**
(Cosham, Hampshire, England, 1970-71)

Die "haltbare kommerzielle Situation" war die Anforderung, ein Arbeitsort für nur achtzehn Monate für 750 bis 1000 Angestellte zu bauen. Die Kosten durften nicht höher sein ais die preiswertesten zeitlich begrenzte Struktur.

Die Lösung ergab, dass mit den gleichen Kosten, IBM ein kundenspezifisches, dauerhaftes Gebäude haben könnte, das hohe architektonische- und klimatische Standards umfasste. Das Gebäude ist eine einstöckige, niedrige Struktur, die zahlreiche Funktionen unter einem einzigen Dach enthält, die traditionsgemäß auf verschiedene Gebäude verleit würden.

# EIN SYMBOLISCHES BAUWERK: DIE MILLENNIUM BRÜCKE

Wie der Name schon sagt, wurde diese Brücke zu Ehren des dritten Jahrtausends gebaut.



Im September 1996 wurde ein Wettbewerb, von der Financial Times, dem Borough of Southwark und dem Royal Institute of British Architects gemeinsam ausgerichtet, um eine neue Fußhängebrücke, die die Themse zwischen Southwark und Blackfriars Brücken überspannen sollte, zu entwerfen.

Es nahmen an ihm über 200 Teilnehmer aus der ganzen Welt teil. Schließlich wurde der Preis an das Ingenieurbüro Arup zusammen mit dem Architekten Foster and Partners und dem Bildhauer Anthony Caro verliehen.

Im Rahmen der Milleniumsfeierlichkeiten in England wurde neben dem Millenium-Dom und dem Millenium-Rad auch die Millennium-Brücke geplant.

Es handelte sich dabei um die erste an einem neuen Standort errichtete Brücke seit über 100 Jahren. Ferner ist sie auch die erste Brücke im Stadtzentrum Londons, die ausschließlich für Fußgänger vorgesehen ist.

**Der Hintergrund**

Seit der Eröffnung der flussabwärts gelegenen Tower Bridge im Jahre 1894 ist die Millennium Brücke der erste neue "link" für London, jedenfalls im Stadtzentrum. Zwei höchst ungleiche Stadtviertel - die bürgerliche Innenstadt Londons und das ehemalige Arbeiter- und Industrieviertel Southwark – deren wirtschaftliche, soziale und architektonische Kontraste nicht größer sein könnten, erhalten damit eine direkte Verbindung.

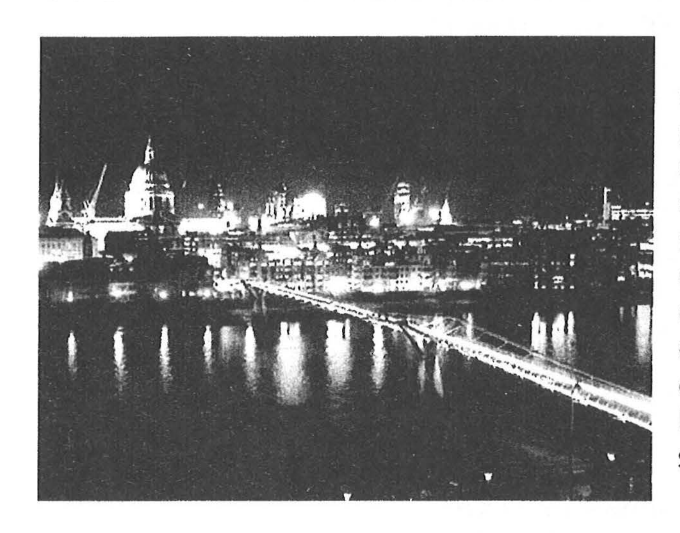
Im Unterschied zu anderen europäischen Großstädten hat sich London bisher kaum um den Fußgänger gekümmert. Verkehrsdichte, Lärm und Abgase sind an der Grenze des Erträglichen, so dass die einzige Erholung vom Verkehrsgetöse, die bisher die Innenstadt anbot nur die Parks und allenfalls noch die Einkaufsgalerien rund um Piccadilly waren, vor allem die Burlington Arcade, und jetzt auch Fosters Themse-Überquerung. Ungewöhnlich ist nicht nur die Ruhe, die sie bietet, sondern auch die Aussicht - die Überquerung ist mit einer "Gratwanderung" im urbanen Milieu verglichen worden.



### Das Konzept

Für Foster und sein Team sind Ästhetik und Lebensqualität die Hauptkonzepte der Brücke, die auch die Harmonie des Stadt- Skyline und St. Paul's Kathedrale nicht stören durfte.

Trotz ihrer scheinbar neuartigen und komplizierten Struktur sieht die Millennium Brücke eher einfach und schlicht aus.



Bei Nacht beleuchtet eine einzige Reihe von Lichtfeldern die gesamte Brücke. So wird des Nachts auch ein Brückenschlag des Lichtes erreicht, der die beiden Ufer miteinander verbindet. Die Erbauer dieser Brücke sprechen auch von einer "Lichtscheide", die die Stadt durchschneidet. Das Licht entzweit optisch das wirre Lichtermeer im Hintergrund und überzeugt durch seine Klarheit und Schärfe.

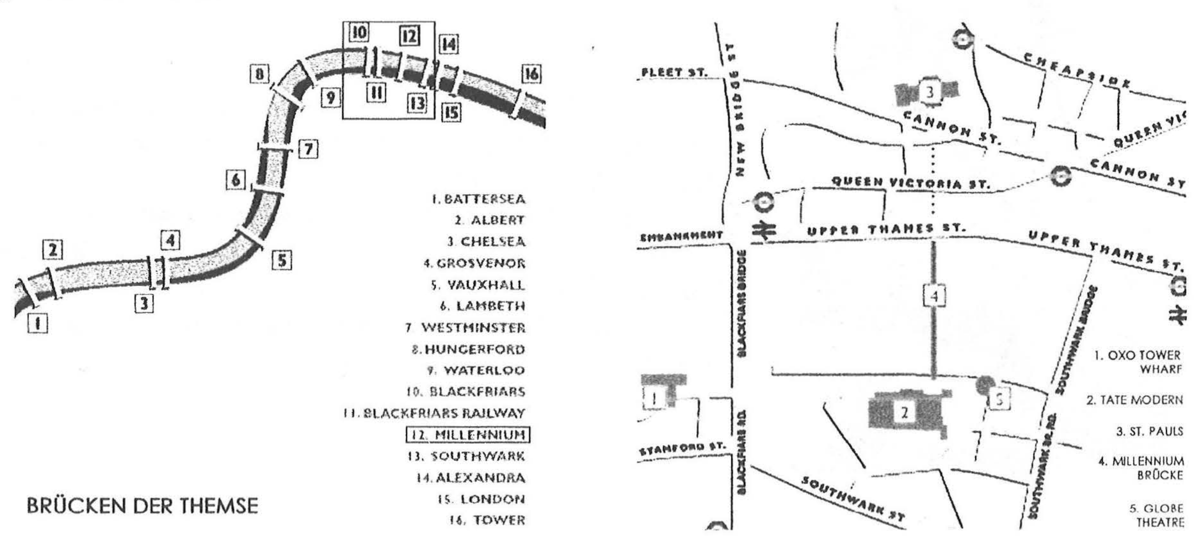
Zugleich sind die Blicke jedoch zu allen Seiten hin offen, und der Fluss ständig sichtbar.

### Die Lage

Die Wettbewerbsanforderungen setzten nicht die genaue Lage des Projektes fest, die einzige Bedingung war, dass die Brücke im Bereich zwischen der Southwark Brücke und der Blackfriars Brücke entstehen sollte.

Das siegreiche Team entschied, dass die Achse, die von Peter's Hill gezeichntet wird, so stark war, dass die Brücke dieser Linie folgen sollte.

Die Millennium Brücke verbindet in einer direkten Linie die berühmte St. Paul's Kathedrale und die eben entstandene "New Tate Gallery". Mit dem Finanzviertel im Hintergrund ergeben sich von der Brücke aus vielseitige Aussichten, die ohne Auto genossen werden können.



BRÜCKEN DER THEMSE

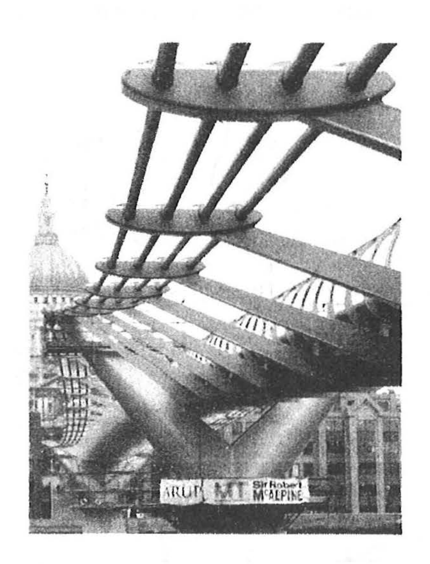
**Einige Technische Daten**

| | |
|---|---|
| Konstruktionstyp | Hängebrücke erdverankert |
| Funktion | Fuβgängerbrücke |
| Lage | London (Groβbritannien) über die Themse |
| Erbaut | 1996-2000 |
| Baukosten | £18.200.000 (zum Bauabschluss)<br>£ 5.000.000 (Änderungen) |
| Bauherren | Millenium Bridge Trust<br>London Borough of Southwark |
| Architekt | Foster & Partners |
| Tragwerksplanung | Ove Arup & Partners |
| Statische Prüfung | Mott MacDonald |
| Bauausführung | Monberg & Thorsen<br>Sir Robert McAlpine |
| Bauberechnung | Davis Langdon & Everest |
| Baustoffe | Stahl und Beton |
| Abmessungen & Maβe | Gesamtlänge: 370 m<br>Breite: 4 m<br>Durchhang: 2,3 m<br>Hauptspannweite: 144 m<br>Höhe über dem Fluss: 10,8 m<br>Höhe des Handlaufes : 1,2 m |

**Eine allgemeine Beschreibung**

Das Strukturschema der Brücke ähnelt einer flachen Hängebrücke, wo sich die Kabel unter dem Laufsteg befinden, um die Aussicht von dort nicht zu behindern.

Foster wollte von Anfang an eine Hängebrücke bauen, um nur zwei Pfosten in das schlecht bebaubare Flussbett setzen zu müssen. Dabei fand er eine Form, wo der schlichte Laufstegentwurf nicht aus der Gesamtheit herausfällt. Dies erreichte er, indem er die Aufhängungen seitlich verbreiterte und die Spannung auf Stahlseile an den Außenseiten verlagerte.



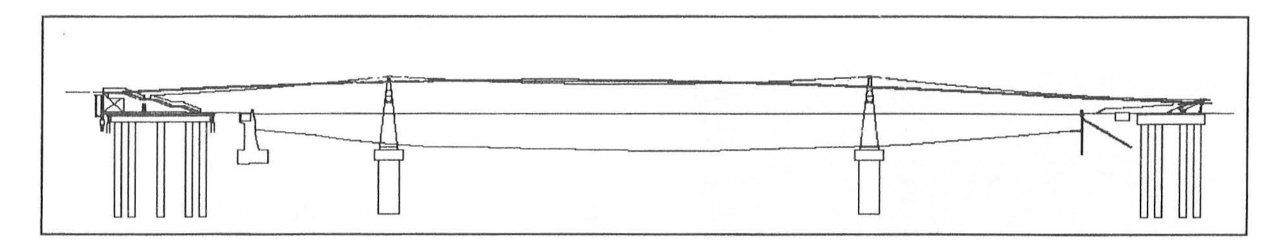

Zwei Gruppen von Kabeln von je vier mal 120 mm Durchmesser erstrecken sich von einem Flussufer bis zum anderen.

Die Durchbiegung der Kabel beträgt 2,3 m am Hauptteil, rund sechs Mal tiefer als eine übliche Brückenstruktur.

Vorgefertigte Stahlquerarme verbinden die zwei Kabelgruppen alle 8 m.

Die Brücke ruht auf zwei Betonstrompfeilern die die Brücke dreiteilen.

Die Spannweiten der Seitenöffungen betragen jeweils 81m (Nordteil) und 108m (Südteil) und die Mittelöffnung 144 m.

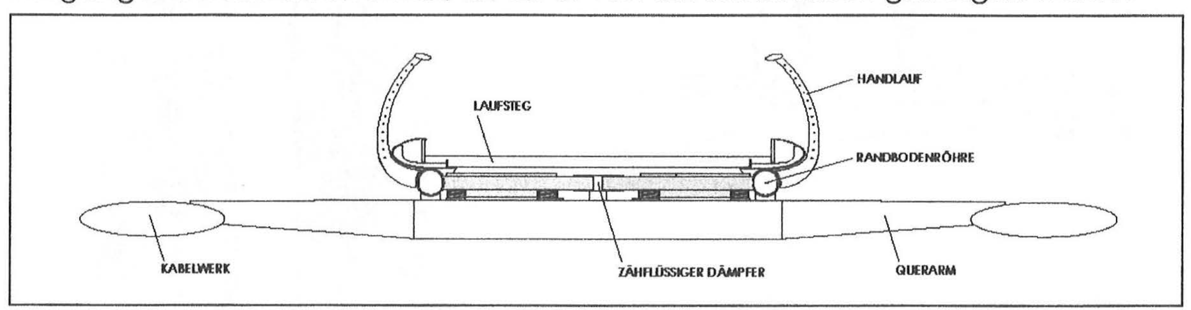


Die vier Meter lange Laufstegstruktur besteht aus zwei Randstahlröhren, die sich zwischen den Querarmen befinden.

Der Fußgängersteg besteht aus extrudierten quadratischen Aluminiumschnitten, die die Randröhren verbinden.

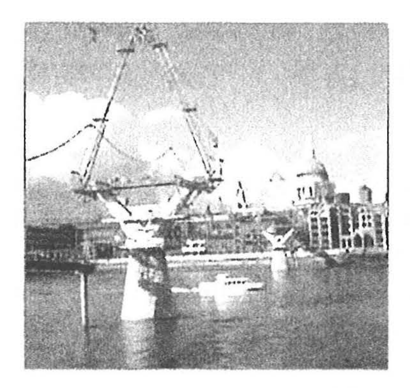
Andere Elemente, wie Lichter und Geländer sind auch um die Randröhre befestigt.

Die Elemente für den Handlauf sind aus Stahlprofilen und durchsichtigen Paneelen gefertigt, da die horizontale Absicherung des Handlaufes durch feine Stahlkabel erstellt ist. Ferner wölben sich die Elemente nach außen, so dass der Fußgänger den Eindruck erhält, als ob er von der Konstruktion geborgen würde.




Die Kabelgruppen sind in jedem Flussufer befestigt. Jeder Verankerung besteht aus einer 3m tiefen Schicht aus verstärkten Beton und Säulen mit 2,1m Durchmesser aus den gleichen Material.

Es gibt 12 Pfosten am Nordufer und 16 am Südufer, wo die Versteifungsfläche niedriger ist, so dass die Betonschicht kleiner ist.



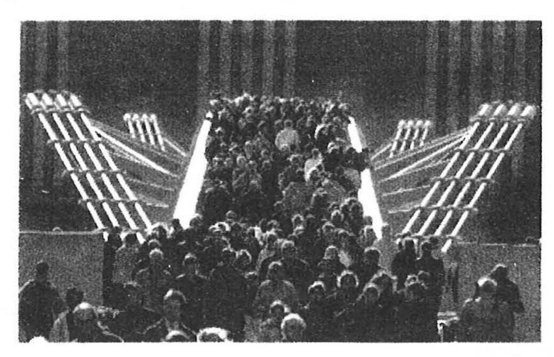
Die zwei Flusspfosten bestehen aus einem V-förmigen Stahlträger, der auf einer Säule mit einem elypsenförmigen Querschnitt aus verstärktem Beton steht.

Der Bogen teilt sich am Südende der Brücke in zwei Abzweigungen. Diesen Teil der Brücke kennt man als "die Nadel" wegen seiner Form im Grundriss.



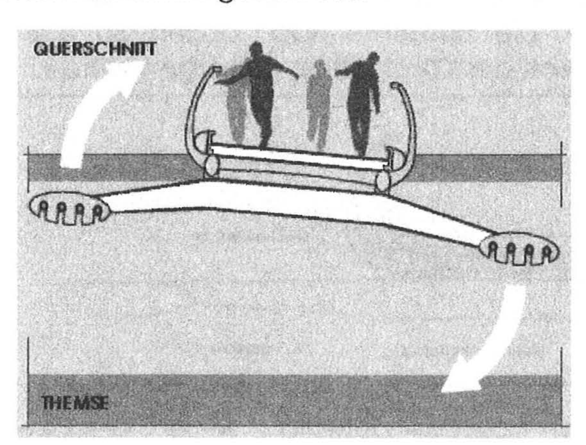
**Das Eröffnungswochenende**

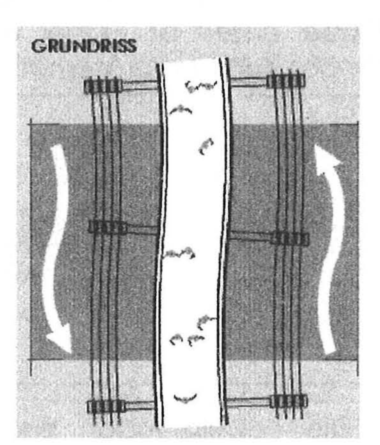
Am 10. Juni 2000 war die Millennium Brücke für den Verkehr zwischen St. Paul Kathedrale und der Neuen Tate Gallerie offen, aber schon drei Tage nach ihrer glanzvollen Eröffnung musste sie wieder geschlossen werden.



Über 150.000 Passanten hatten in den ersten drei Tagen nach der Eröffnung der Millennium Brücke horizontale Bewegungen bis zu 100 Millimetern Ausschwingung verursucht.

Die Schwingungen im südlichen Teil der Brücke waren so stark, dass einige Menschen sich an der Balustrade festhielten, um nicht das Gleichgewicht zu verlieren. Aber weder die Passanten noch die Statik der Brücke waren in keinem Moment ernsthaft gefährdet.




Um dieses Phänomen gründlich zu erforschen und zu beseitigen wurde die Entscheidung getroffen, die Brücke am 12. Juni vorübergehend zu schließen.

**Die Prüfungen**

Für Foster und sein Team begann nach der ersten großen Verlegenheit die Suche nach einem "Gegenmittel".

Wo lag also der Schwachpunkt?

Zunächst stellten die Arup-Ingenieure die Originaltests in Frage. Waren alle Komponenten tatsächlich ausführlich genug geprüft worden? Hatte man mit allen möglichen Windeinflüssen gerechnet? Waren die Computersimulationen ausreichend gewesen? Schnell fand man heraus, dass das Verhalten der Brücke nichts mit dem außergewöhnlichen Design zu tun hatte. Nachforschungen ergaben, dass einige ähnlich konstruierte Hängebrücken unter einer ähnlichen Belastung vermutlich genauso reagiert hätten. Es lag an der außergewöhnlich hohen Erwartung der Menschen und der damit einhergehenden regen Nutzung durch so viele von ihnen gleichzeitig, die zu den unvorhersehbaren Schwingungen geführt hatten.

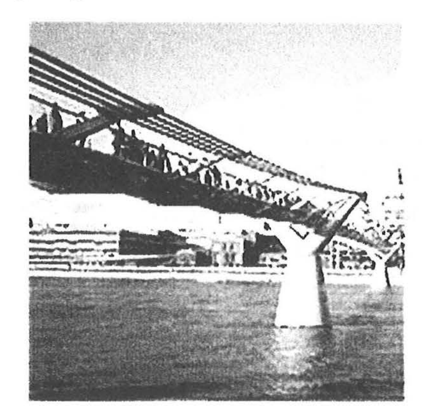
Videomaterial des Eröffnungswochenendes zeigte den Ingenieuren von Arup, dass die Besucher in großen Gruppen in einen Gleichschritt verfallen waren. Je mehr Menschen im Gleichschritt gingen, desto mehr übernahmen dieses Tempo. Teilweise gingen bis zu 2000 Personen gleichzeitig über die Brücke, verfielen unbewusst annähernd in einen gemeinsamen Schritt und die Brücke begann mit ihm zu schwingen.

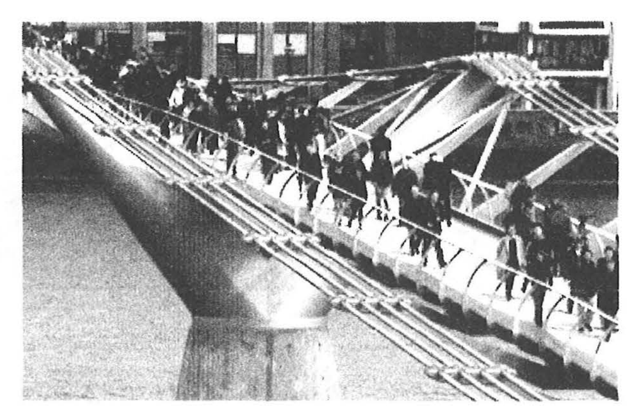
Um sicher zu gehen, dass das die Ursache für die Schwingungen war, untersuchten die Experten von Arup zusammen mit Spezialisten das Verhalten von Menschen auf Hängebrücken. Schon lange ist bekannt, dass instabile Brücken nicht von vielen Menschen im Gleichschritt begangen werden sollten.

Das renommierte *Institute of Sound and Vibration Research* (ISVR) der Universität von Southampton und das *Imperial College* in London untersuchten in Labortests, wie Menschen über eine seitlich vibrierende Plattform gehen und welche Auswirkungen jeder ihrer Schritte auf diesen Untergrund hat. Sie erhielten wertvolle Information über die menschliche Eigenart, auf die Schwingung des Bodens zu reagieren. Diese Erkenntnisse wurden auf einer verhältnismäßig kleinen, vergleichbaren Brücke in Schottland überprüft - und bestätigt. Menschen neigen dazu, ihren Schritt mit der Eigenschwingung einer Brücke unbewusst zu synchronisieren und dadurch deren Vibration zu verstärken.

Nun wurde dieses Wissen unter der Leitung von Professor Mike Griffin des ISVR, einer anerkannten Kapazität in der Erforschung des Einflusses menschlicher Faktoren, auf der echten Millennium Brücke überprüft. Am 31. Juli 2001 liefen 100 Menschen den ganzen Tag die Brücke in unterschiedlichen Geschwindigkeiten auf und ab. Einige dieser Tests wurden zusätzlich mit mechanischen Schüttelmaschinen verstärkt. Das Verhalten der Testpersonen wurde mit Videogeräten aufgenommen, das Schrittverhalten mit Funksensoren direkt an einen Computer gesendet und das Schwingungsverhalten der Brücke exakt dokumentiert. Auf der Grundlage all dieser Daten entwickelten die Ingenieure von Arup verschiedene Ideen, wie die Schwingungen der Londoner Millennium Brücke auch bei größtem Ansturm und unmöglichem Gleichschritt aller Passanten nahezu unspürbar gemacht werden könnten.

Im Dezember 2000 wurde ein zweiter Test mit 275 Leuten durchgeführt, um eine Prototyp-Installation als vorgeschlagene Lösung zu prüfen. Der Test des Lastkraftmodells, das von der Arup geleiteten Forschung entwickelt wurde, wurde für gültig erklärt.





**Die Lösung**

Die Entwerfer beharrten auf der Idee, dass die "Eleganz" der Brücke geschützt werden musste und die Ingenieure eine Lösung, die auch ästhetisch sein sollte finden mussten. Aber trotz allem konnten die Ingenieure nicht alle Dämpfer verstecken. Einige sind jetzt unvermeidlich auf den Piers und der südlichen Rampe sichtbar.

Es gab zwei grundlegende Möglichkeiten, um die dynamische Bewegung zu begrenzen:

**1.** Die Struktur zu versteifen, so dass die Frequenz der Brücke mit den Schritten des Menschen nicht mehr im Einklang war.

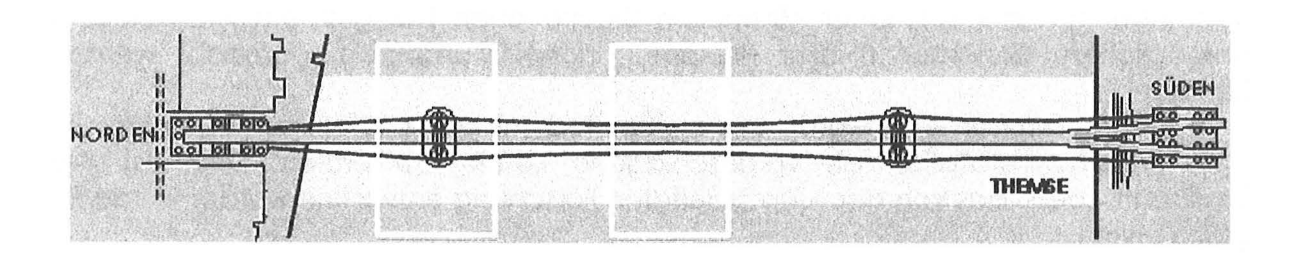
**2.** Dämpfung zu addieren, um die Energie zu absorbieren.

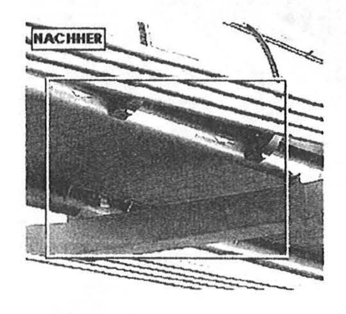
Daraus wurde gefolgert, dass die Versteifung der Brücke keine durchführbare Möglichkeit war. Die zusätzliche Struktur, die nötig gewesen wäre, hätte das Aussehen der Brücke drastisch verändert.

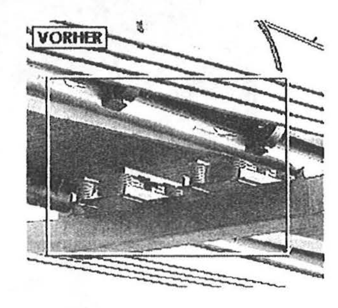
Es wurde entschieden, entweder aktive oder passive Dämpfer dazu zu nehmen. Die aktiven Dämpfer benutzten Starkstromgeräte, um Kräfte an der Struktur aufzuwenden, und Erschütterungen entgegenzuwirken. Die passiven Dämpfer beruhten auf dem Vorspannen der Strukturbewegungen, um Energie zu absorbieren.

Ein weiterer Vorteil dieses Systems beruht auf der Lage der Dämpfer, die unter der Struktur versteckt werden konnten, damit sie nicht gesehen würden.

Mit den Schwingungstilgern des in Berlin ansässigen Unternehmens Gerb konnten die Ingenieure des Konstruktionsbüros Ove Arup & Partners, die sich aufschaukelnden Eigenfrequenzen der Brücke jetzt in den Griff bekommen. Acht horizontal sowie fünfzig vertikal wirkende Tilger sind hierfür kaum sichtbar installiert worden. Gegen die waagerechten Schwingungen wurden jeweils 2,5 Tonnen schwere Stahlmassen an Pendeln aufgehängt, deren Erschütterungen wiederum durch Gerb Visco Dämpfer gedämpft werden. Gegen die vertikalen Bewegungen wurden 50 Stahlblöcke, jeweils zwischen einer und zwei Tonnen schwer und jeweils durch 4 Schraubendruckfedern unterstützt, installiert. Sie wurden ebenfalls wieder durch Visco Dämpfer kontrolliert.

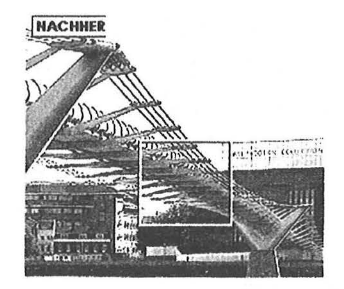


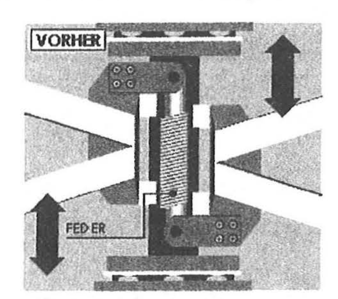



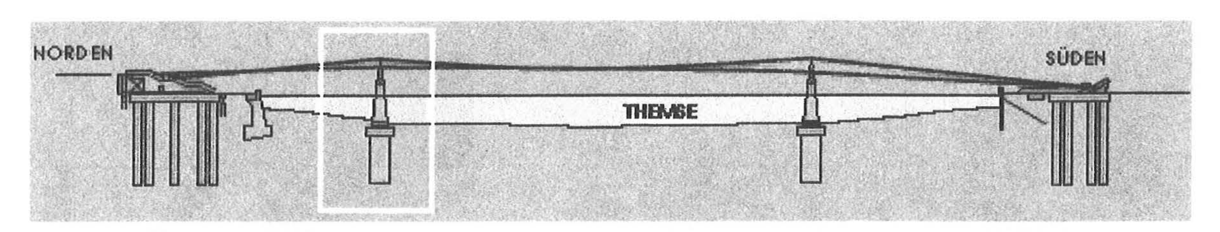

Massendämpfer sind in ein regelmäßiges Muster zwischen der Unterseite der Plattform und der Oberseite der Querarme gelegt worden. Diese absorbieren vertikale Bewegungen.

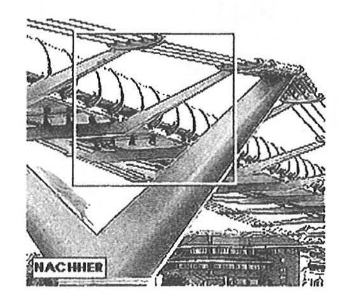
Es gab auch zusätzliche abgestimmte Massendämpfer unter der zentralen Überspannung. Diese wurden entworfen, um horizontale Bewegungen einzuschränken. Die zentrale Brückenüberspannung erlitt die meisten Schwingungen.

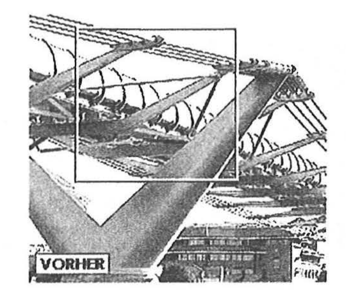



Ingenieure konstruierten ein gekreuztes Skelett zwischen dem Laufsteg und den Kabelarmen, das als Klammer diente.




Die sichtbarsten Änderungen sind diagonale zähflüssige Dämpfer an den Pfosten. Diese laufen von unterhalb der Plattformlinie zu den Kabelpunkten.

Die Masse jedes einzelnen Tilgers, seine Eigenfrequenz sowie die Dämpfungswerte wurden auf der Basis umfangreicher Berechnungen von den Ingenieuren von Arup bestimmt. Den Spezialisten von Gerb wurde die Aufgabe anvertraut, nach diesen funktionellen und geometrischen Vorgaben zuverlässig arbeitende Lösungen zu konstruieren. Jedes einzelne der inzwischen eingebauten Elemente wurde millimetergenau maßgeschneidert. Das schwingungsfähige System wurde genau auf die Brückeneigenfrequenz abgestimmt. Der filigrane und elegante Charakter des Designs von Stararchitekt Sir Norman Foster ist dadurch nicht eingeschränkt.

Auch die Millennium Brücke konnte dank der 58 jeweils zwischen ein und zwei Tonnen schweren Schwingungstilgern bald wieder für den Publikumsverkehr freigegeben werden.

Obwohl die Brücke also sämtliche Vorschriften eingehalten, sogar übertroffen hatte, konnte niemand mit dem bis dahin nur unzureichend erforschten Verhalten der Passanten rechnen. Durch die exakte Berechnung der benötigten Tilger, ihrer Eigenfrequenzen und Dämpfungswerte durch Arup und die maßgeschneiderte Konstruktion und Produktion dieser Schwingungstilger von Gerb können künftig sogar 3000 Menschen in Marschformation über die seit über 100 Jahren erste neue Themseüberquerung gehen, ohne dass jemand eine Bewegung der Brücke spüren dürfte. Eine Lösung, die bei der Architektur und Planung neuer Übergänge beispielhaft sein wird.

**Die Wiedereröffnung**

Nach rund 18 Monaten Revisionsphase, sowie einer erneuten Investition von fünf Millionen britischen Pfund hatte die Millennium Brücke in London ihre letzte Bewährungsprobe vor der Wiedereröffnung mit Bravour bestanden. 2000 Menschen gingen, liefen, stampften im Gleichschritt und durcheinander, doch die nachträglich eingebauten Tilgersysteme der Berliner Firma Gerb dämpften jede aufkommende Bewegung der Brücke gegen Null.

Nach dieser gründlichen Probezeit ist die Millennium Brücke nicht nur eine der flachsten und elegantesten Hängebrücken der Welt, sondern auch eine der meist geprüften und sichersten ihrer Art.

Endlich wurde die Brücke am 22. Februar 2002 wiedereröffnet.





## BIBLIOGRAPHIE


- Tony Fitzpatrick FREng, Main Board Director, Ove Arup Patnership. Linking London: The Millennium Bridge, Royal Academy of Engineering, 2001.

- Jodidio, P. Sir Norman Foster, Ed. Taschen, Köln, 1997.

**Webseiten:**

www.fosterandpartners.com

www.arup.com

www.archinform.de

www.strukturae.de

www.bundestag.de

www.gerb.com

www.welt.de

www.designboom.com

www.udr.de

www.rascass.com

www.news.bbc.co.uk

www.wohstudiokiel.de

www.zenkerhandel.com



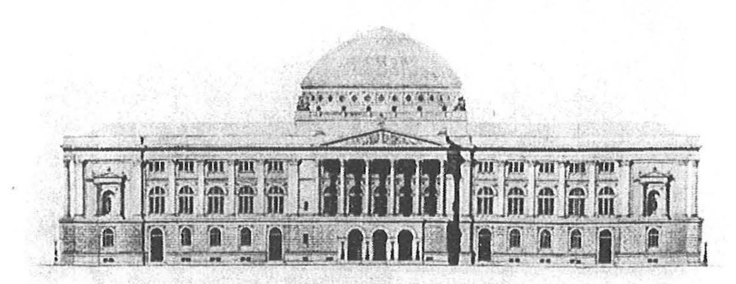
# DIE HOHENZOLLERNBRÜCKE IN KÖLN

Franz Schwechten

**Verfasser: Jaime Promewongse Pérez**

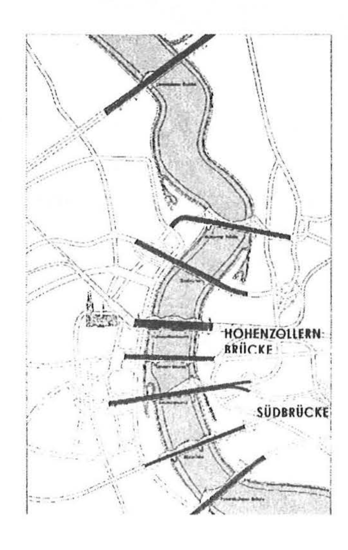
## Biographie: Franz Schwechten

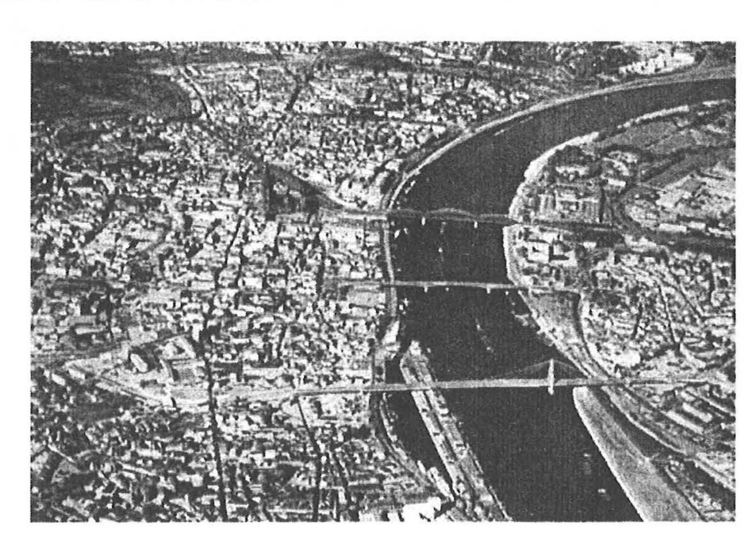
Franz Schwechten wurde am 12. August 1841 in Köln geboren und starb am 11. August 1924 in Berlin. Er studierte Architektur an der Bauakademie in Berlin, unter der Leitung von Julius Raschdorff und Karl Bötticher. Er konnte sich eine einjährige Reise (1868-69) durch Italien leisten, dank dessen, dass er den ersten Preis des Schinkelwettbewerbs für das Parlamentsgebäude in Berlin gewann. Bei seiner Rückkehr in Berlin arbeitete er als freier Architekt.


Schwechtens Entwurf für das Parlamentsgebäude in Berlin

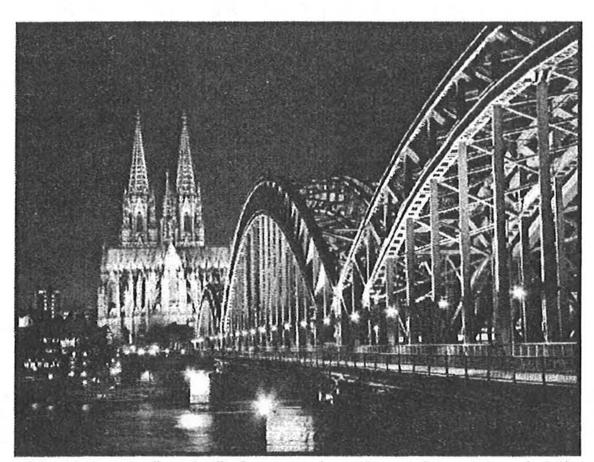
Sein umfangreiches Werk war sehr vielfältig. Er übernahm viele offizielle Ämter und entwarf vielbewunderte Gebäude. Von 1871 bis 1882 war er für die Bauabteilung der Berliner Anhalt`schen Eisenbahngesellschaft verantwortlich. In dieser Zeit plante er viele Bahnhöfe, unter ihnen auch den Berliner Anhalter Bahnhof, der zwischen 1875 und 1880 gebaut, danach aber zerstört wurde. Er war einer der ersten Architekten, der von Emil Rathenau, dem Gründer der Allgemeinen-Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG), überzeugt wurde, einige Fabriken zu bauen, z.B. die Fabrik in der Ackerstraβe (1888-90) und den gotischen Portaleingang (1897) für die Fabrikanlage in der Brunnenstraβe, beide in Berlin. Als Mitglied der Preuβischen Akademie der Künste und der Bauakademie wurde Schwechten als eine angesehene Figur im architektonischen Bereich der Jahrhundertwende geachtet. 1902 leitete er seinen eigenen Atelierunterricht an der Technischen Hochschule in Charlottenburg. Schwechten war ebenfalls erfolgreich im Bereich der offiziellen Architektur. 1890 gewann er den Wettbewerb für die Kaiser-Wilhelm-Gedächtniskirche in Berlin, die in den Jahren 1891-1905 gebaut, aber 1945 zerstört wurde. Sie diente als Vorbild für viele andere neuromanische Kirchen in Deutschland. Seine Entwürfe für den Kaiserpalast (1905-10) in Posen, oder auch Poznan (heute in Polen) genannt, waren auch im neuromanischen Stil, dem offiziellen Stil Kaiser Wilhelms II., dargestellt.

Was uns hier mehr beschäftigt sind seine Brückenwerke. In Mainz entwarf er die Rheinbrücke (1880-85) und in Köln beschäftigte er sich mit zwei seiner bekanntesten Eisenbahnbrücken: Die Hohenzollernbrücke (1907-11) und die Südbrücke (1907-10). Diese zwei letzteren Brücken, vor allem die Hohenzollernbrücke, werden auf den nächsten Seiten ausführlich erklärt.



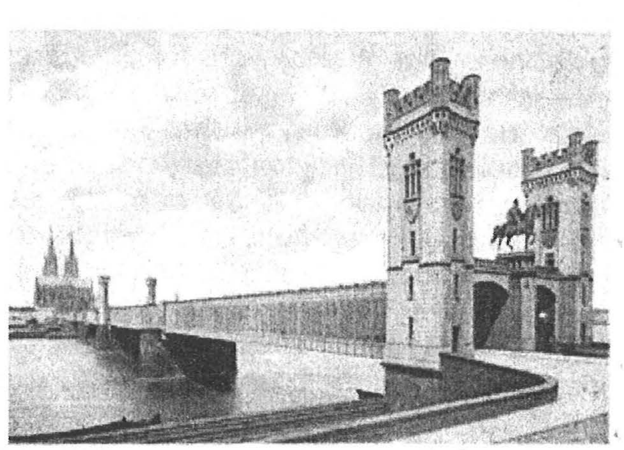



## Die Hohenzollernbrücke in Köln


Die Hohenzollernbrücke vor dem Dom (Nachtansicht)

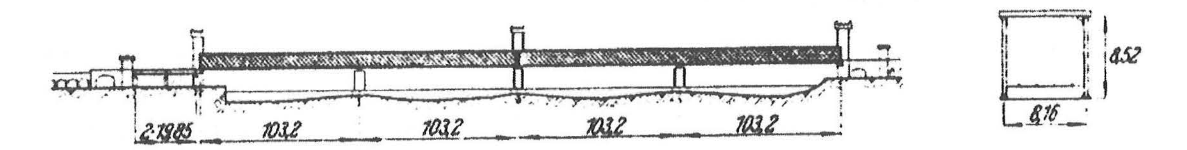
Die Hohenzollernbrücke, die wir heute in Köln betrachten können, hat eine äußerst tiefgründige Geschichte hinter sich. Erstens hieß sie nicht Hohenzollernbrücke, sondern Dombrücke und wurde in den Jahren 1855-1859 gebaut. Und zweitens hatte sie weder die gleiche Form noch die gleichen Baueigenschaften der heutigen Hohenzollernbrücke.
Der Verkehrszuwachs führte zu einer Erweiterung der Dombrücke, wobei nicht nur der Namenswechsel auffiel, sondern auch die fast komplette Demontage der alten Brücke -innerhalb von vier Jahren (1907-1911)- zu Gunsten eines neuen Tragwerksystems. Die Zerstörung der Hohenzollernbrücke im 2. Weltkrieg bewirkte einen schnellen Wiederaufbau im Jahre 1948. In den Jahren 1951-52 wurde ein neuer Bogen angebaut und in den Jahren 1957-59 vervollständigte man den zweiten Überbau. Erst 1987, kurz vor der Wende, der Wiedervereinigung Deutschlands, wurde die dritte und letzte Trasse fertiggestellt. Wir stehen also vor einem "steinernen" Zeugen der alten und gleichzeitig jüngsten Geschichte Deutschlands.

### Die Dombrücke (1855-1859)


Die Dombrücke um 1897

Die Dombrücke, die erste feste Brücke über den Rhein in Köln, wurde als Eisenbahn- und Straßenbrücke genutzt. Die Köln-Mindener-Eisenbahngesellschaft, die auf der rechten Seite des Rheins tätig war, verwirklichte als Bauherr den Bau einer festen Brücke, die beide Rheinufer verbinden sollte. Sowohl die Stadt Köln als auch die Rheinische Eisenbahngesellschaft, die auf der linken Rheinseite operierte, beteiligten sich an den Baukostenzuschüssen, denn die neue Brücke bedeutete für alle einen großen Fortschritt. Die preußische Staatsregierung ernannte zunächst den Wasserbauinspektor Friedrich Wilhelm Wallbaum als Bauleiter und Entwurfsverfasser, später dann seinen Kollegen Hermann Lohse. Es stellte sich als besonders schwierig heraus das geeignete Tragwerksystem zu finden, denn die Erfahrung mit Brücken von solcher Spannweite war zu dieser Zeit in Deutschland nicht sehr groß. Insbesondere, da die Belastbarkeit der Brücke den Lasten des Eisenbahnverkehrs angemessen sein musste. Die Lösung fand man in zwei Brücken bei Dirschau und Marienburg (1850-1857), von Karl Lentze, wo er ein sehr ähnliches strukturelles Problem mit dem

folgenden Tragwerksystem löste: Parallelgurtige Balkenträger mit Gitterwänden, die aus einem Netz von sich vielfach überkreuzenden Flacheisen zwischen horizontalen Ober- und Untergurtungen bestanden und durch Querverstrebungen an der Ober- und Unterseite langgestreckte Kästen formten. Da die Wagen und Züge durch das Innere der Kästen fahren mussten, nannte man die Dombrücke im Volksmund die "Muusfall" (Mausefalle). Es gab zwei Kästen, einer für den Straßen-, der andere für den Eisenbahnverkehr. Die Brücke ruhte auf zwei Land- und drei Strompfeilern mit einer maximalen Spannweite von je 103,2m. Ihre Länge betrug insgesamt 412,8m, ihre Höhe 8,52m und ihre Breite 16,73m, wovon 8,16m dem zweigleisigen Eisenbahnbetrieb und 8,47m dem Straßenverkehr dienten. Die Steinhauser Hütte an der Ruhr erzeugte das verwendete Eisen, wobei seine Bearbeitung, Lieferung und Montage die Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft übernahm. Zwei Jahre nach ihrer Eröffnung (1861) vervollständigte Johann Heinrich Strack, ein Berliner Architekt und Schinkelschüler, die Portale und Türme und krönte sie 1867 mit zwei lebensgroßen Reiterdenkmälern der preußischen Könige Friedrich Wilhelm IV. und Wilhelm I.




**Die erste Hohenzollernbrücke (1907-1911)**

Die folgenden Jahrzente nach der Inbetriebnahme der Dombrücke in 1859 verzeichneten nur einen unbedeutenden Straßen- und Eisenbahnverkehr. Das hing damit zusammen, dass sich die beiden privaten Eisenbahngesellschaften, die Köln-Mindener und die Rheinische EG, nicht über die gegenseitige Benutzung der Brücke und Bahnhöfe beiderseits des Rheins einigen konnten. Die Lösung bot sich 1883 mit der Verstaatlichung der Bahnlinien an. Daraufhin verbesserten sich die Verkehrsverhältnisse durch eine erste Umgestaltung der Kölner Bahnanlagen. Man baute z.B. den neuen Kölner Hauptbahnhof und auch die Zwischenbahnhöfe Köln-Süd und Köln-West. Für den im nächsten Jahrzent gewaltig ansteigenden Eisenbahnverkehr, sowohl in Köln als auch im ganzen Reich, reichte eine zweigleisige Brücke an dieser Stelle nicht mehr aus. Innerhalb von 13 Jahren (1894-1907) stieg die Zahl der Züge auf dem Kölner Hauptbahnhof um 150%, von 186 auf 466 pro Tag. Die zweigleisige Brücke wurde tatsächlich zum Nadelöhr, so dass die Erweiterung um ein drittes und viertes Gleis notwendig war. Außerdem forderte die Strombauverwaltung seit Jahren eine lichte Weite von mindestens 150m für die Hauptschifffahrtsöffnung aller Rheinbrücken und eine Durchfahrtshöhe unter der Brücke von 9,10m.

Diese Gründe rechtfertigten den Neubau der Brücke. Die finanzielle Seite war aber nicht zu vernachlässigen, denn die Kosten wären beträchtlich größer gewesen. Schließlich aber stellte die Stadt Köln und die Bahn die erforderlichen Mittel zur Verfügung, weil sich der Neubau als äußerst dringend aber auch lohnend erwies. Der Abstand der neuen Strompfeiler war, wie oben genannt, durch die Hauptschifffahrtsöffnung bedingt und auch durch die Lage der alten Strompfeiler, weil die neuen nicht zu nahe an den alten errichtet werden konnten, um deren Standsicherheit während der Tiefgründungsarbeiten nicht zu gefährden. Man beschloss also den Bau von drei voneinander getrennten Überbauten. Die Lichtweite

der neuen Mittelöffnung betrug 160m. Die Endwiderlager wurden beibehalten, mussten aber wegen der größeren aufzunehmenden Lasten verstärkt werden. Aus Erweiterungsgründen erhielt die linke Seitenöffnung eine um vier Meter geringere Lichtweite, d.h. 114m, als die rechtsrheinische mit 118m. Dieser Unterschied fiel dem Auge jedoch kaum auf. Schwechtens früheste Zeichnung für das Tragwerksystem, gegen Mitte Oktober 1905, sah ein schlankes Hängefachwerk vor. Die alten Pfeiler sollten verlängert und auf ihnen eiserne Fachwerkpylone errichtet werden. Schwechten bestand unbedingt auf einer Hängebrücke, denn zu jener Zeit galt diese Trägerform als eine der schönsten. Er war so sehr vom Ästhetischen überzeugt, dass er die Ingenieure drängte, wenigstens Versuchsskizzen in Hängetragwerkform anzufertigen. Als man ausrechnete, dass eine solche Anordnung der tragenden Teile, wegen zu großer Durchbiegungen, statisch nicht ausreichend war und darüber hinaus das erforderliche Fachwerk zu groß war, akzeptierte Schwechten die von den Ingenieuren bevorzugte Bogenform. Fast ein Jahr lang hielten diese Meinungsverschiedenheiten an. Schließlich fand man mit der Bogenform einen Kompromiss zwischen den technischen und ästhetischen Anforderungen.



Die Hohenzollernbrücke (1914)

Schon in den frühesten Plänen der Erweiterung sah man vor, die Portalbauten der alten Dombrücke um eine dritte Durchfahrt zu vergrößern. Statt zwei stellte man vier Reiterstandbilder auf, da sich die Zahl der Pfeiler zwischen den Durchfahrten auf jeder Rheinseite verdoppelt hatte. Die Sockel der Reiterstatuen wurden in glattem Werkstein ausgeführt. Der romanische Stil und die Anordnung burgartiger Bauteile auf den Landpfeilern charakterisierten die Architektur der Portalbauten.

Die Bauarbeiten stellten sich als recht kompliziert heraus: Einerseits musste der Eisenbahn- und Straßenverkehr während der gesamten Bauzeit aufrechterhalten werden, und auf der engen Baustelle mangelte es an Lager- und Werkplätzen. Andererseits stellte die Schifffahrtskomission die Bedingung, die neuen Strompfeiler nicht gleichzeitig, sondern in zwei Bausommern zu errichten, da man fünf Pfeiler im Strom während der gesamten Bauzeit vermeiden wollte. Die gewählte Bogenträgerform machte einen Vorbau unmöglich, so dass für die Aufstellung feste Gerüste im Strom verankert werden mussten. Die Strombauverwaltung hatte die Errichtung dieser Gerüste erschwert, da sie für die beiden alten Mittelöffnungen einen mindestens 70m breiten Schiffsdurchlass und für die Seitenöffnungen mindestens 30m Lichtweite zwischen den Gerüsten vorschrieb. Außerdem durften aufgrund der reduzierten Durchfahrtshöhe die Gerüste in den Mittel- und Seitenöffnungen nicht gleichzeitig aufgestellt werden, und man hätte sie wegen des zu erwartenden Hochwassers und des Eisgangs von Mitte Dezember bis Mitte März alljährlich vollständig entfernen müssen. Deshalb bot man drei Bauausführungspläne als Alternativen an. Der erste dieser Pläne, der dann in einer verbesserten Version tatsächlich ausgeführt wurde, verkürzte die Bauzeit auf drei Jahre. Der Plan sah vor,

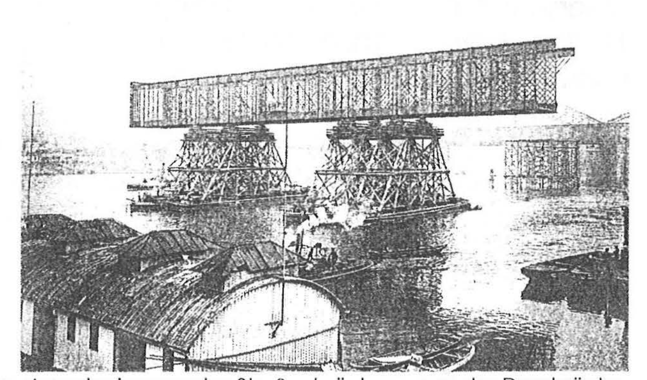
einen freitragenden Gerüstträger zwischen den neuen Strompfeilern und dem alten Mittelpfeiler anzubringen, der den Zugang der Schiffe bei voller Durchfahrtshöhe ermöglichte, so dass die Montage der seitlichen Überbauten gleichzeitig durchgeführt werden konnte. Der freitragende Gerüstträger wurde nicht im Strom verankert, um die Bautätigkeit von der Jahreszeit unabhängig zu machen.

Die Bauarbeiten der Hohenzollernbrücke begannen am 19. Juni 1907 mit dem Setzen des rechten Strompfeilers. Während im Winter 1907 der erste Pfeiler vollendet wurde, begannen die Arbeiten am linksrheinischen Landpfeiler mit der Verstärkung des vorhandenen Mauerwerks. Im Herbst 1907 hatte man schon die Gründung der rechtsrheinischen Landpfeilergruppe vollendet. Im März 1908 begann der Umbau des linksrheinischen Strompfeilers, um ihn im Herbst desselben Jahres zu beenden, ebenso wie die Landpfeiler mit den überwölbten Durchfahrten der Uferstraßen. Für den Transport der benötigten Materialien, wie z.B. der grobkörnige Muschelkalk aus Würzburg für die Steinbauten, benützte man Schiffe, bzw. bei Unwetter die Bahn.

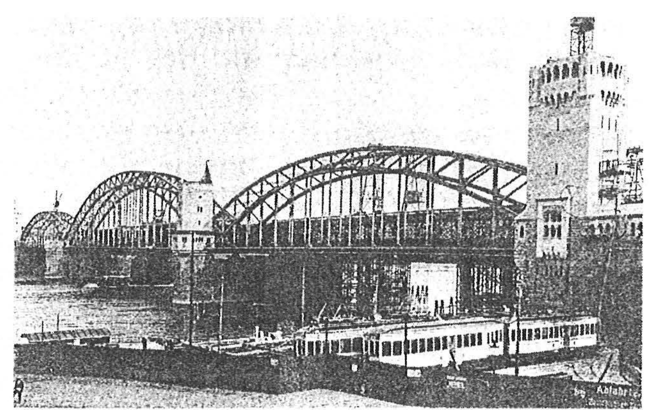
Die Gewölbe der Uferstraßen, die sich direkt unter jeder Landpfeilergruppe befanden, bestanden aus Beton und wurden teilweise mit Muschelkalk verkleidet. Der Udelfanger Sandstein der alten Türme wurde nach ihrem Abbruch als Verblendstein für die 50m langen Laibungsflächen genommen. Dazu bemerkte Beermann folgendes: „*Hierbei spielte, abgesehen von der Kostenersparnis, der pietätvolle Gedanke mit, Bauteile der alten Brücke, soweit es möglich war, zu erhalten und an dem neuen Bauwerk wiedererstehen zu lassen.*"

Zwei Firmengruppen, die Gruppe Gutehoffnungshütte und die Gruppe Klönne, teilten sich die eisernen Überbauten –ihre Herstellung wie auch ihre Montage- wegen des besonderen Umfangs und der angestrebten schnellen Errichtung. Gleichzeitig mit der Aufstellung der Gerüstträger der Mittelöffnung des ersten Eisenbahnbrückenzuges, wurde der Bogenfachwerkträger der rechten Seitenöffnung montiert. Der Träger über der linken Seitenöffnung war gegen Ende 1908 fertiggestellt, wie auch Anfang Januar 1909, der 2200 Tonnen schwere Mittelöffnungsbogen.

Im März 1909 wurde der erste neue Eisenbahnbrückenzug in Betrieb genommen und die alte Eisenbahnbrücke behelfsmäßig für den Straßenverkehr hergerichtet. Um die Bauzeit der neuen Straßenbrücke zu verkürzen, entfernte man mit schwimmenden Gerüsten den gesamten Überbau des alten Straßenbrückenzuges. Als der ganze Bauteil am Ufer ankam, begann man mit seiner kompletten Demontage.


Ausschwimmen des Straßenbrückenzuges der Dombrücke

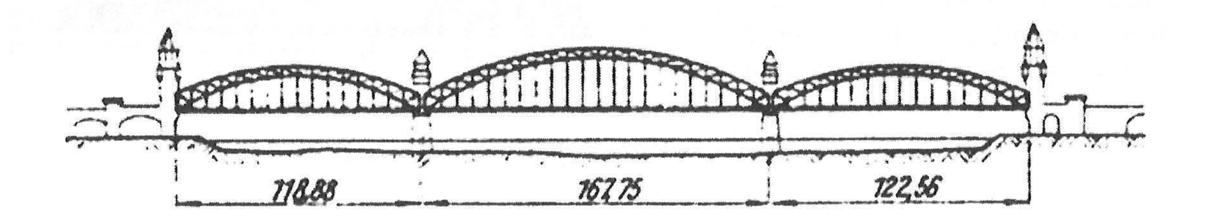
Ende Mai 1910 konnte die neue Straßenbrücke befahren und der Abbruch der alten Eisenbahnbrücke begonnen werden. Die alten Gitterträger, die sich zwischen den beiden neuen Brückenzügen befanden, konnten nicht durch Ausschwimmen entfernt werden, so dass sie Stück für Stück an Ort und Stelle demontiert werden mussten. Als Anekdote ist noch hinzuzufügen, dass ein Teil aus der Mitte des alten Hauptträgers dem Verkehrs- und Baumuseum Bern und das letzte Stück der Gitterbrücke dem Deutschen Museum München vermacht wurde, wo sie noch heute zu sehen sind.


Die Hohenzollernbrücke von Nordwesten (1909)

Im Oktober 1910 vervollständigte man die Seitenüberbauten des neuen zweiten Eisenbahnbrückenzuges. Am 23. März 1911 war die Gesamtstruktur aufgestellt. Die Gesamtkosten betrugen 13,3 Millionen Mark, ohne die Kosten der Reiterstatuen dazuzuzählen.

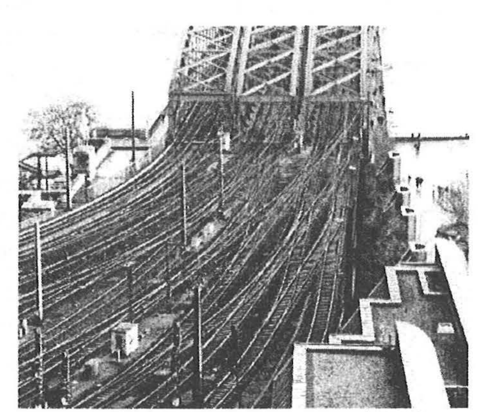

Postkarte der Hohenzollernbrücke (1925)

Die eisernen Überbauten bestanden aus drei selbständigen Brückenzügen und aus jeweils drei voneinander getrennten Fachbogenträgern mit Zugband. Die Stützweite betrug für die Mittelöffnungen 167,75m, für die linksrheinischen Seitenöffnungen 118,88m und für die rechtsrheinischen 122,56m, bei 160m, 114m und 118m lichter Weite. Die Seitenüberbauten erreichten 20m Höhe zur Fahrbahn. Mit jeweils 7,90m lichter Weite im Querschnitt boten die beiden Eisenbahnbrückenzüge jeweils Platz für zwei Gleise. Die 11,20m breite Straßenbrücke gab Raum für zwei Straßenbahngleise und zwei Fahrbahnen. Ein drei Meter breiter Fußgängerweg kragte aus dem Südteil der Brücke aus. Übrige Auskragungen und Stege zwischen den Überbauten wiesen Breiten zwischen 1,73m und 2,50m auf. An jedem Brückenende erhob sich jeweils ein 39m hohes Turmpaar über die Fahrbahn. Die Reiterstandbilder von Wilhelm II. und Friedrich III. wurden zu den existierenden Reiterstatuen an beiden Landpfeilern hinzugefügt.



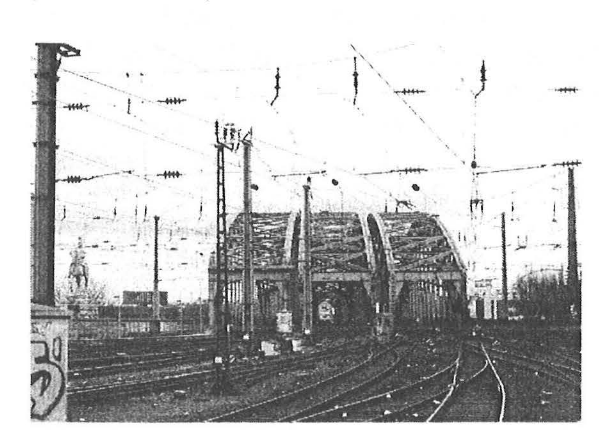
## Die Hohenzollernbrücke nach dem Krieg (1948-1987)

Am 6. März 1945 sprengte die deutsche Wehrmacht die Hohenzollernbrücke, die letzte Kölner Rheinbrücke. Den Bombenangriffen fielen nicht nur die stählernen Überbauten, sondern auch die beiden Strompfeiler zum Opfer. Nur die Seitenüberbauten blieben einseitig auf den Landpfeilern liegen. Die behelfsmäßige Wiederherstellung der Hohenzollernbrücke wurde nach ausführlichen Untersuchungen der Tragfähigkeit der Seitenüberbauten und unter Berücksichtigung der teilweise zerstörten Strompfeiler durchgeführt. Die verantwortlichen Baufirmen Grün und Bilfinger und Heinrich Butzer zusammen mit der Brückenbauanstalt Stahlbau Rheinhausen hielten den vorgesehenen Fertigstellungstermin ein. Auf Anordnung der Stadt Köln wurde ein Fußweg mit 2,25m Breite auf der Oberstromseite des wiederentstandenen Eisenbahnbrückenzuges errichtet.

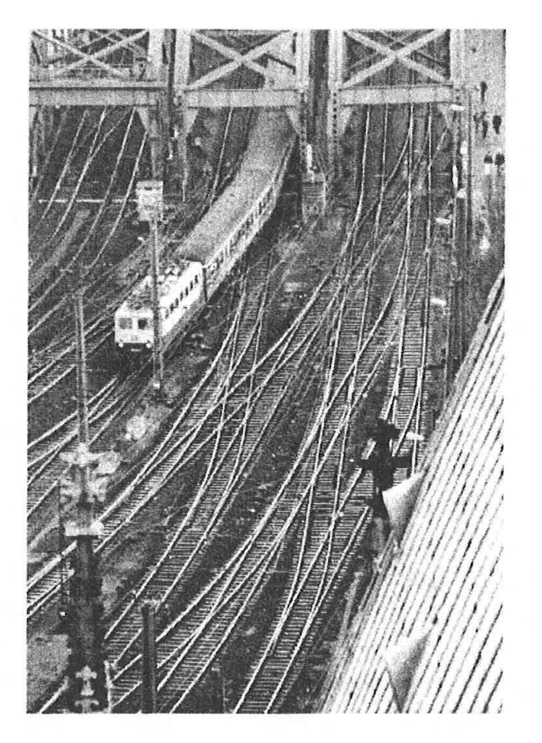

Der östliche Brückenzugang (2002)

1952 plante die Bundesbahn einen viergleisigen Ausbau. Die Stadt Köln lehnte den Wiederaufbau der Straßenbrücke ab. Die Planung sah den Aufbau der Strompfeiler für die insgesamt vier Eisenbahngleise vor, jedoch sollten zunächst die Überbauten für zwei Gleise endgültig errichtet werden. Der neue Mittelbogen, als Zweigelenkfachwerkbogen mit Zugband, wurde ohne Gerüste im freien Vorbau montiert. Anschließend sollte der Fußweg von 2,25m auf 4m -2m als Fußweg und 2m als Radweg- verbreitert werden. Die Strompfeiler wurden an der alten Stelle wiederaufgebaut, wobei man die nicht beschädigten Senkkästen wiederverwendete.

Die Tiefbauarbeiten begannen Mitte März 1951 am rechtsrheinischen Strompfeiler und endeten Januar 1952 am linksrheinischen Strompfeiler. Daraufhin wurden die beiden Seitenbögen auf die neuen Strompfeiler mittels Pressen aufgesetzt. Die Verstärkungs- und Ausbesserungsarbeiten an der Stahlkonstruktion, sowie das Auswechseln des Oberbaus konnten ohne wesentliche Behinderung des Eisenbahnverkehrs durchgeführt werden. Als Baumaterial für die Hauptträger und Endportale wurde Stahl 52, für die Fahrbahn, Verbände und Hänger Stahl 37 verwendet. Anschließend erfolgte die Montage des neuen Mittelbogens, deren Freivorbau von beiden Seiten gleichzeitig vorangetrieben wurde. Die Kosten für die endgültige zweigleisige Wiederherstellung betrugen etwa 7,4 Mio. DM, wovon 69% (5,1 Mio. DM) auf den Stahlbau entfiel.

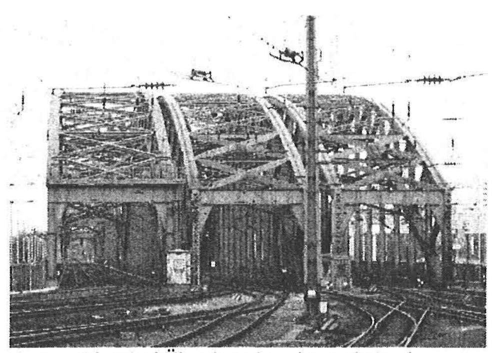




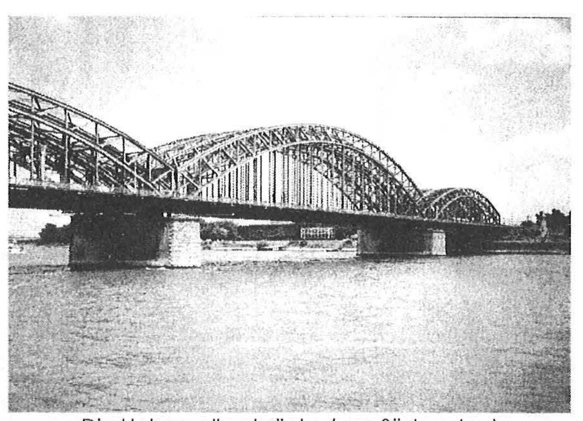


1955 wurden das 3. und 4. Gleis wiederhergestellt, wobei man die vorhandenen linksrheinischen Seitenbögen verwendete. Der Neubau der beiden übrigen Bögen war ebenfalls Teil des Wiederaufbaus. Die durchgeführten Untersuchungen der vorhandenen Werkstoffeigenschaften der Tragfähigkeit, wie auch der einzelnen Bauglieder des beschädigten Seitenüberbaus waren sehr ausführlich und aufwändig. Geeignete Sicherheitsmaßnahmen wurden selbstverständlich getroffen.
Die Wiederverwendung des alten Überbaus erbrachte eine Kostenersparnis von 1,8 Mio. DM. Durch den Fortschritt im Stahlbrückenbau wichen die Struktureigenschaften der beiden neuen Überbauten und die Montage des Mittelbogens in wesentlichen Punkten von den alten Überbauten ab. Die Bauarbeiten für den viergleisigen Bahnbetrieb begannen am ersten Juli 1957, als der linksrheinische Seitenbogen aufgestellt wurde. Die Montage der mittel- und rechtsrheinischen Seitenöffnung wurde gleichzeitig durchgeführt, so dass das 3. und 4. Gleis am 15. Januar 1959 befahren werden konnte. Die Gesamtkosten dieser Bauetappe betrugen etwa 10,4 Mio. DM, wovon 89% (9,3 Mio. DM) auf den Stahlbau entfiel.

1987 kam der dritte Überbau hinzu, der im Umriss mit der vorhandenen Bogenform übereinstimmte, und die Hohenzollernbrücke somit ihr jetziges Aussehen erhielt. In dieser neuen Bauetappe erweiterte man den Eisenbahnverkehr um zwei Gleise für die S-Bahn.



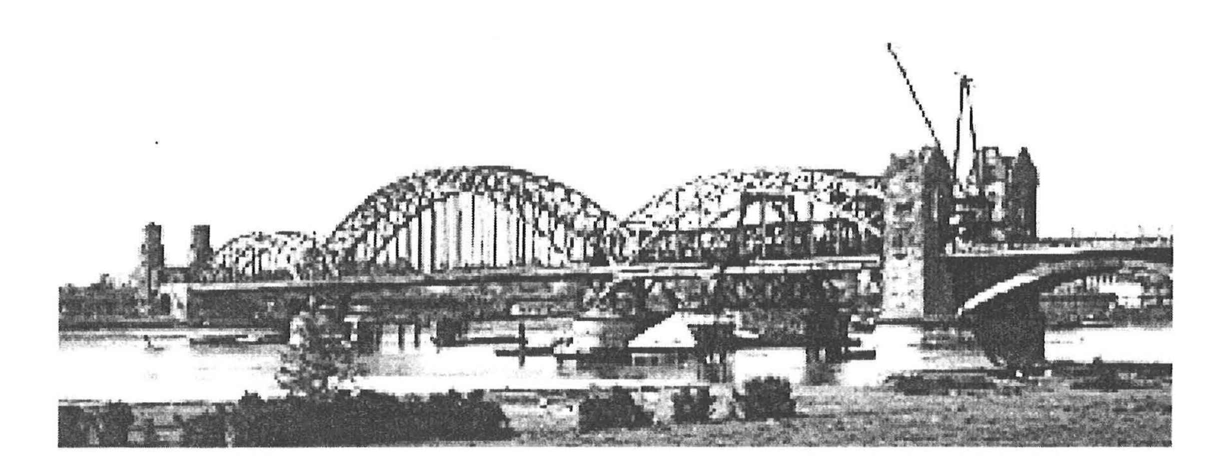
Die drei Überbauten (von Osten)



Die Hohenzollernbrücke (von Südwesten)

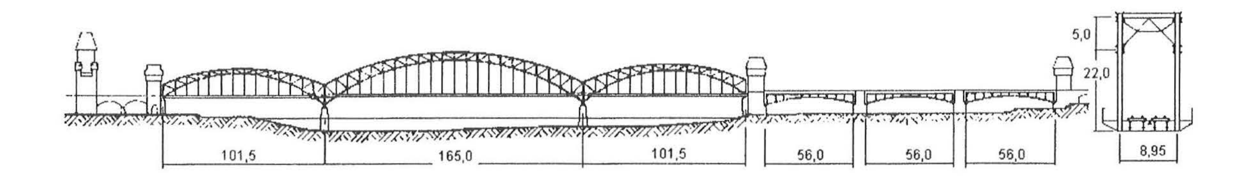
Eine umfassende Sanierung der Hohenzollernbrücke von Dezember 1989 bis Dezember 1991, mit Baukosten von insgesamt rund 50 Mio. DM, sicherte den ältesten Überbauten von 1907-11 eine Verlängerung ihrer Lebensdauer um mindestens dreißig Jahre. Täglich überqueren etwa 1200 Züge den Rhein über die Hohenzollernbrücke.

## Ein Vergleichsbeispiel: Die Südbrücke



Die Südbrücke, auch von Schwechten entworfen, wurde zwischen 1908 und 1910 als dreiteilige Zweigelenk-Bogenbrücke von der Deutschen Reichsbahn erbaut. Die Länge der Strombrücke betrug damals 368m mit einer maximalen Stützweite von 165m. Ihre Breite betrug 8,95m für den zweigleisigen Betrieb. Es wurden 5350 Tonnen Stahl gebraucht und die Kosten stiegen auf 5,5 Mio. Reichsmark(RM). Am 5. April 1910 wurde sie in Betrieb genommen. Luftangriffe zerstörten sie 35 Jahre später, am 6. Januar 1945.

Die Südbrücke wurde in den Jahren 1945-1950 von der Bundesbahn wiederaufgebaut. Die Längen- und Breitenmaβe blieben erhalten, nur die Stahlmenge erhöhte sich auf 5970 Tonnen. Die Gesamtkosten für den Wiederaufbau betrugen 3,6 Mio. RM und 10 Mio. DM. Die Wiederinbetriebnahme erfolgte provisorisch am 3. Mai 1946 und endgültig am 1. Oktober 1950. Die Brücke kann auch von Fuβgängern genutzt werden.




## Bibliographie:

Hammer, Lothar. 1997, "Köln: Die Hohenzollernbrücke", Hrsg: Ulrich Krings, J.P. Bachem Verlag, Köln (Deutschland)

www.structurae.de

www.rheintal.de/kultur/geschi/bruecken/data/hohenz.htm

www.z-m.com/bruckeng.htm#Hohenzollern

www.z-m.com/bruckeng.htm#Suedbruecke



# TECHNISCHES VOKABULAR

Deutsch - Spanisch

# TECHNISCHES VOKABULAR
## Deutsch - Spanisch

| | | |
|---|---|---|
| r | Abbruch,¨e | derribo, demolición |
| e | Abhandlung, en | ensayo, disertación |
| tr | abhängen | descolgar |
| e | Abmessung, en | dimensión |
| tr | abriegeln | bloquear |
| tr | abtragen | nivelar, reducir |
| e | Achse, n | eje |
| r | Anbau, ten | edificio contiguo |
| e | Anrampung, en | rampa |
| r | Anschluss, ¨e | conexión |
| r | Aufbau,ten | montaje |
| tr | aufeinanderschichten | apilar |
| irr tr | auffangen | absorber (cargas) |
| s | Auflager, - | machón, apoyo |
| e | Aufstellung,en | montaje, disposición |
| r | Ausbau,ten | ampliación |
| e | Ausfallstraße, n | carretera de salida |
| e | Ausführung, en | acabado |
| e | Auskragung, en | saliente |
| e | Ausrichtung, en | alineación, organización |
| s | Ausschwimmen | técnica mediante la cual se transportan las partes desmontadas del puente por el agua hasta la orilla |
| tr | aussteifen | rigidizar, reforzar |
| e | Aussteifung, en | entibación |
| s | Bahngleis, e | vía de ferrocarril |
| s | Balkenbündel, - | haz de vigas |
| r | Balkenträger, - | viga maestra |
| e | Balustrade, n | balaustrada |
| e | Baubehörde, n | constructora |
| e | Baudurchführung, en | ejecución de la obra |
| r | Bauherr, en | propietario, promotor |
| pl. | Baukosten | coste de la obra |
| | baustellen-verleimt | encolado en obra |
| r | Baustoff, e | material (construcción) |
| s | Bauvorhaben, - | construcción planeada |
| s | Bauwerk, e | construcción |
| r | Bauzeichner, - | delineante |
| e | Bebauung, en | edificación |
| e | Belastbarkeit | puesta en carga |
| e | Belastung, en | carga |
| r | Belastungsversuch, e | prueba de carga |
| e | Beleuchtung, en | iluminación |
| r | Belüftungsschacht, ¨e | chimenea de ventilación |
| r | Berechner, - | calculista |
| r | Beton | hormigón |

| | | |
|---|---|---|
| e | Betonbrücke, n | puente de hormigón |
| e | Betonhülle, n | envoltura de hormigón |
| e | Betonplatte, n | plancha de hormigón |
| | biegebeansprucht | resistente a torsión |
| e | Biegung, en | flexión |
| s | Blech,e | chapa, lámina |
| e | Blechdachhaut,"e | recubrimiento de chapa |
| r | Block, "e | bloque |
| r | Boden, " | suelo, tierra |
| r | Bogenstich, e | flecha |
| r | Bogenträger, - | viga de arco, arqueada |
| r | Bohlenbelag, "e | revestimiento de tablones |
| r | Bohrpfahl, "e | pilote taladrado |
| e | Bruchlast, en | carga de rotura |
| e | Brücke, n | puente |
| e | Brücken(fahr)bahn, en | calzada o vía del puente |
| r | Brückenabgang, "e | salida, bajada de puente |
| r | Brückenbalken, - | travesaño |
| r | Brückenbogen, " | arco de puente |
| r | Brückenkopf, "e | pontón, cabecera |
| e | Brückenlast, en | carga del puente |
| r | Brückensteg, e | pasarela peatonal |
| e | Brückentafel, n | superficie pisable |
| r | Brückenträger, - | soporte |
| r | Brückenüberbau,ten | construcción superior |
| r | Brückenzug,"e | tramo de puente |
| | bündeln | atar, agrupar |
| s | Dach, "er | tejado, cubierta |
| e | Dachkonstruktion, en | construcción de la techumbre |
| r | Dämpfer, - | amortiguador |
| e | Dauerhaftigkeit | durabilidad |
| e | Dehnung, en | dilatación |
| e | Demontage, n | desmontaje |
| r | Denkmalschutz | protección patrimonial |
| e | Detailausbildung, en | formación detallada |
| r | Diagonalverband,"e | emparrillado diagonal |
| e | Diagonalverschalung,en | encofrado diagonal |
| | doppellagig | de dos capas |
| s | Drahtgewebe, - | tejido de alambre |
| s | Drahtseil, e | cable metálico |
| s | Drehmoment, e | momento |
| r | Drehpunkt,e | punto de rotación |
| r | Dreieckfachwerkträger,- | cercha triangulada |
| r | Druck | (com)presión |
| r | Druckstab,"e | barra a compresión |
| r | Dübel, - | taco |

| | | |
|---|---|---|
| e | Durchbiegung,en | flecha |
| e | Durchflussöffnung, en | ojo de puente |
| s | Eigengewicht, e | peso propio |
| e | Einfallstraβe, n | calle incidente |
| | eingekeilt | encajado a presión |
| r | Eingriff, e | engranaje |
| s | Eisenband, "er | fleje |
| s | Endwiderlager,- | contrafuerte, estribo final |
| r | Erbauer, - | constructor |
| irr | erheben | enderezar, levantar |
| | fächerförmig | con forma de abanico |
| s | Fachwerk,e | entramado |
| e | Fachwerkkonstruktion, en | construcción en entramado |
| r | Fachwerkpylon, e | pilón estructural |
| e | Faserrichtung, en | dirección de la fibra |
| e | Fassade, n | fachada |
| s | Feld, er | tramo |
| e | Festigkeit, en | solidez, estabilidad |
| s | Flacheisen, - | pletina |
| | freihängend | colgado libremente |
| | freitragend | sin apoyos |
| e | Fuβgängerbrücke, n | pasarela peatonal |
| e | Fuge, n | ranura |
| e | Füllung, en | relleno |
| s | Gegengewicht, e | contrapeso |
| e | Gehbahn, en | carril peatonal |
| e | Gehbahntafel, n | panel de carril peatonal |
| r | Gehbahnträger, - | soporte de carril peatonal |
| | gekrümmt | curvo |
| s | Geländer, - | barandilla |
| | gelenkig | flexible, articulado |
| e | Gelenklagerung, en | almacenamiento de articulaciones |
| | geneigt | inclinado |
| s | Gerüst, e | andamio |
| e | Gesamtlänge, n | longitud total |
| | geschweiβt | soldado |
| e | Gestaltung, en | configuración |
| s | Gewölbe, - | bóveda |
| | gewölbt | curvo, arqueado |
| | gezackt | dentado |
| r | Gitterträger, - | cercha |
| e | Gitterwand, "e | muro de reja |
| | glasig | de vidrio |
| s | Gleichgewicht, e | equilibrio |
| | gleichmäßig | simétrico, regular |
| e | Größenordnung, en | dimensión |
| r | Grundriss, e | plano, planta |

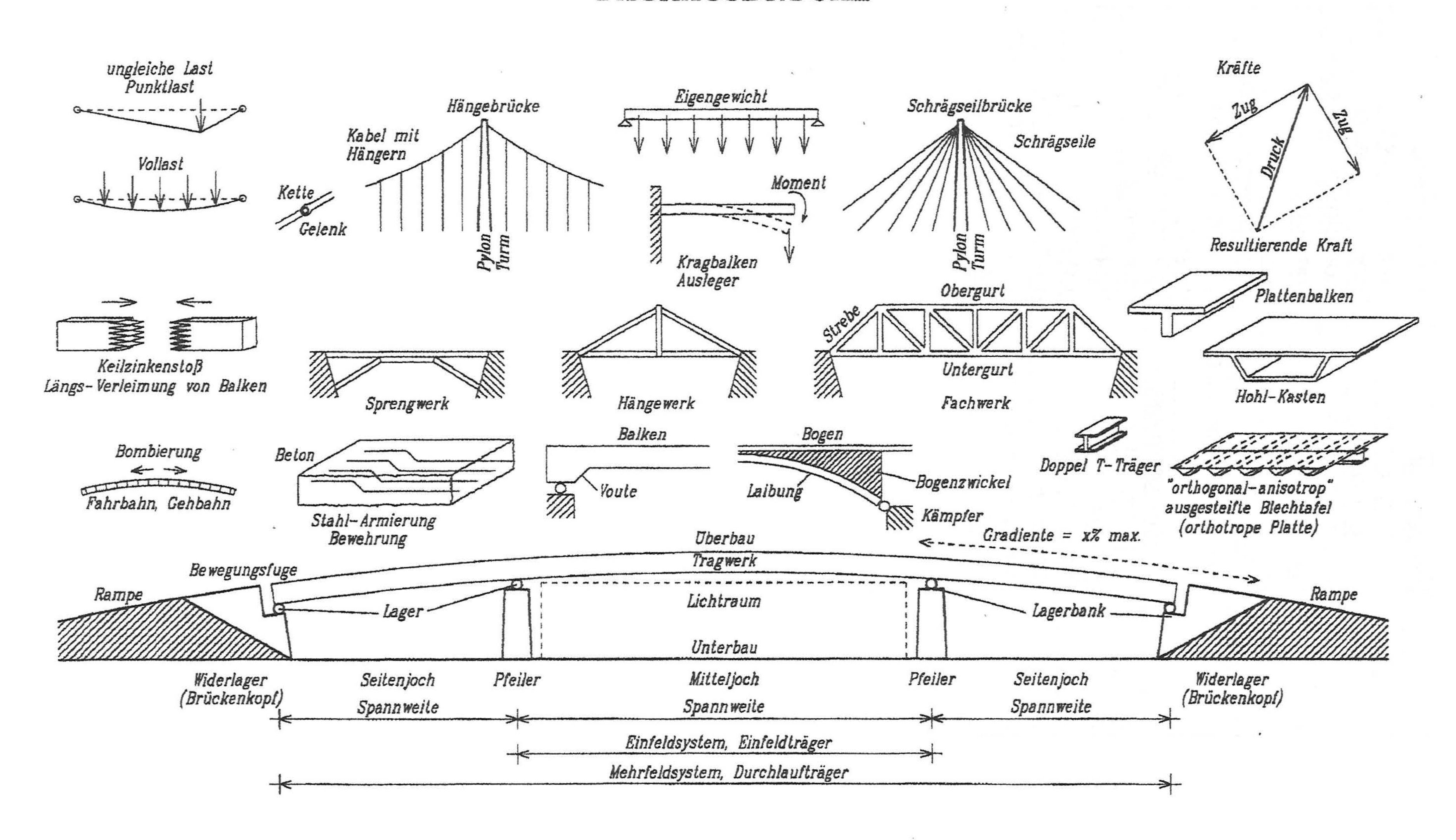
| | | |
|---|---|---|
| e | Gründung, en | fundación |
| | gussstählern | de acero colado |
| r | Halbkreisbogen, " | arco de medio punto |
| r | Handlauf, "e | pasamanos, barandilla |
| e | Hängebrücke, n | puente colgante |
| s | Hängefachwerk, e | estructura colgante |
| r | Hängestab, "e | tirante |
| e | Hängestruktur, en | estructura colgante |
| s | Hauptfeld, er | zona principal |
| e | Hauptlast, en | carga principal |
| irr tr | herabschwingen | oscilar hacia abajo |
| s | Hilfsgerüst, e | andamio |
| r | Holzbalken, - | viga de madera |
| r | Holzpfahl, "e | pilar de madera |
| s | Holz-Stabwerk, e | estructura de barras de madera |
| e | Holzträger-Schar, en | grupo de soportes de madera |
| r | Jochpfahl, "e | pilón |
| s | Kabel, - | cable |
| r | Kantholzstab, "e | barra de madera maciza |
| | kastenförmig | en forma de caja |
| r | Keilzinkenstoß, "e | cola de milano |
| | klappbar | plegable |
| r | Kräfteverlauf, "e | recorrido de fuerzas |
| r | Kragarm, e | grúa torre |
| e | Krümmung, en | recodo |
| | lackiert | lacado |
| e | Laibungsfläche, n | superficie de intradós |
| r | Landpfeiler, - | pilar en tierra |
| e | Längsverschiebung, en | desplazamiento longitudinal |
| e | Last, en | carga |
| r | Laufsteg, e | pasarela |
| r | Leimstoß, "e | golpe para encajar las dos partes de la unión de cola de milano |
| s | Lichtraumprofil, e | gálibo |
| e | Lichtweite, n | luz |
| e | Linienführung, en | silueta |
| e | Lüftung, en | ventilación |
| r | Maurer, - | albañil |
| | montieren | montar, ensamblar |
| r | Neigungswinkel, - | angulo de inclinación |
| e | Niete, n | roblón |
| s | Niro-Stahl-Rundrohr, e | tubo de niro-acero |
| e | Obergurtung, en | cordón superior |
| s | Oberlicht, er | luz cenital |
| e | Parabel, n | parábola |

| | | |
|---|---|---|
| r | Parabelbogen, " | arco parabólico |
| | parallelgurtig | de cordones paralelos |
| r | Pfahlbau, ten | palafito |
| r | Pfeiler, - | pilar, pilón |
| r | Pfeilerbock, "e | caballete |
| s | Pfeilerfachwerk, e | retícula de pilares |
| r | Pfosten, - | poste, pilar, columna |
| r | Pilaster, - | pilastra |
| e | Platte, n | placa, plancha, lámina |
| s | Profil, e | perfil |
| | projizieren | proyectar |
| r | Pylon, e | pilote |
| r | Quader, - | paralelepípedo, sillar |
| r | Querarm, e | brazo transversal |
| e | Queraussteifung, en | refuerzo transversal |
| s | Querschiff, e | costado |
| r | Querschnitt, e | sección |
| e | Querstrebe, n | puntal transversal |
| e | Querverstrebung,en | arriostramiento transversal |
| | rippenverstärkt | reforzado con nervaduras |
| r | Riss, e | grieta |
| e | Rohrbrücke, n | puente tubular |
| e | Röhre, n | tubo |
| r | Rundbogen, " | arco |
| r | Rundrohrstab, "e | tubo de sección circular |
| e | Säule, n | columna, pilar |
| s | Säulenkapitell, e | capitel |
| r | Säulensockel, n | basa (columna) |
| r | Schaft, "e | asta, palo |
| r | Schnitt, e | corte, sección |
| r | Schub, "e | empuje |
| irr | schwingen | vibrar, oscilar |
| e | Schwingung, en | vibración, oscilación |
| e | Seilbrücke, n | puente de cables |
| e | Seilzuglinie, n | línea de tracción de cables |
| s | Seitenfeld, er | zona lateral |
| | selbstverankert | anclado entre sí |
| r | Senkkasten, " | cajón de hormigón para cimentaciones |
| r | Sockel, - | zócalo |
| e | Solidität | solidez |
| e | Spannung, en | tensión, esfuerzo |
| e | Spannweite, n | luz, vano, envergadura |
| | spiralförmig | en espiral |
| r | Spitzbogen, " | arco apuntado |
| s | Sprengwerk, e | jabalconado |
| r | Stahl, "e | acero |

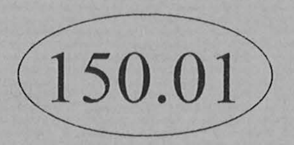
| | | |
|---|---|---|
| r | Stahlbeton | hormigón armado |
| s | Stahlgusselement, e | elemento de fundición |
| e | Stahlkonsole, n | ménsula de acero |
| e | Stahlkonstruktion, en | construcción de acero |
| s | Stahlrohr, e | tubo de acero |
| s | Stahlseil, e | cable de acero |
| e | Stahlstütze, n | soportes de metal |
| | stapeln | apilar |
| e | Stauchung, en | compresión |
| | stauen | estancar, represar |
| e | Steigung, en | inclinación, pendiente |
| e | Steinbearbeitung, en | cantería |
| r | Steinmetz, e | cantero |
| r | Stich, e | flecha de arco |
| r | Strompfeiler, - | pilar (que está en el río) |
| e | Struktur, en | estructura |
| e | Stütze, n | apoyo, soporte |
| e | Tiefengründung, en | cimentación profunda |
| e | Torsionsverzerrung, en | deformación a torsión |
| r | Träger, - | viga |
| r | Trägerbalken, - | soporte de madera |
| e | Trägerform, en | forma de soporte |
| e | Trägerkonstruktion, en | construcción atirantada |
| e | Tragfähigkeit, en | capacidad portante, resistencia |
| s | Tragwerk, e | estructura portante, armazón |
| s | Tragwerksystem, e | sistema estructural |
| s | Traktat, e | tratado |
| e | Trasse, n | trazado |
| r | Überbau, ten | supraestuctura |
| | überspannen | cubrir |
| | übertragen | soportar (cargas) |
| tr | umbauen | reformar, reorganizar |
| s | Umfeld, er | entorno |
| e | Umgehungsstraße, n | circunvalación |
| r | Umriss, e | contorno |
| e | Untergurtung, en | cordón inferior |
| r | Verband, ¨e | ligadura |
| r | Verbindungspunkt, e | punto de union |
| e | Verkehrslast, en | sobrecarga de uso |
| e | Verkleidung, en | revestimiento |
| | verrotten | corromperse, pudrirse |
| | verstärken | reforzar |
| e | Versteifung, en | apoyo |
| | verstreben | arriostrar, reforzar |
| e | Verstrebung, en | arriostramiento |
| e | Verzahnung, en | engranaje dentado |
| e | Verzweigung, en | ramificación |
| r | Vollstab, ¨e | barra maciza |

| | | |
|---|---|---|
| | vorgefertigt | prefabricado |
| e | Vormontage, n | montaje previo |
| r | Vorsatzbalken, - | viga antepuesta |
| e | Wechselfeuchte | cambios de humedad |
| r | Wellenbrecher, - | rompeolas |
| e | Werkstatt, "e | taller |
| s | Widerlager, - | contrafuerte, estribo |
| r | Windkanalversuch, e | pruebas eólicas de canal |
| r | Witterungseinfluss, "e | influencia climática |
| r | Zimmermeister, - | carpintero |
| r | Zug, "e | tracción |
| s | Zugband, "er | banda a tracción |
| s | Zugseil, e | cable traccionado |
| r | Zweigelenkfachwerk-bogen, " | arco estructural con dos articulaciones |

# FACHAUSDRÜCKE



**CUADERNO**




CATÁLOGO Y PEDIDOS EN
http://www.aq.upm.es/of/jherrera
info@mairea-libros.com

